Band 35, Heft 4 Februar 1954

ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

COMMONWEALTH INST. ENTOMOLOGY LIBRARY
29 MAR 1954
SERIAL Ent.270
SEPARATE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

Begründet von K. ESCHERICH

HERAUSGEGEBEN VON

W. ZWÖLFER
Dr. rer. nat., o. ö. Professor für angewandte Zoologie an der Universität München

Mit 36 Abbildungen

1954
PAUL PAREY IN BERLIN UND HAMBURG

Z. ang. Ent. Bd. 35 **Heft 4** *S. 381—524 Bln. 1954*

Inhalt

Originalaufsätze

Zur Kenntnis der Anatomie, Physiologie und Ökologie des Brachkäfers, ***Rhizotrogus aestivus Oliv.*** (Col. Lam.). Von Rolf Schäfer, Merano (Italien). Mit 16 Abbildungen 381

Untersuchungen über den großen Pappelbock *Saperda carcharias* L. Von H. H. Cramer. Mit 10 Abbildungen 425

Die ökologischen (parasitologischen) Beziehungen zwischen Wassermilben *(Hydrachnellae, Acari)* und Süßwasser-Mollusken. Von Karl Viets, Bremen und Hans-Peter Plate, Berlin. Mit 9 Abbildungen 459

Ökologische Untersuchungen am Ofenfischchen, *Thermobia domestica* (Packard), und Silberfischchen, *Lepisma saccharina* L. Autorreferat von Dietrich Sahrhage, Hamburg. Mit 1 Abbildung 495

Konstitution und Wirkung von Insektiziden. Mitt. VII: β, β, β-Trichlor-α, α-bis-[2-oxy- bzw. 2-methoxy-3,5-dihalo-phenyl]-äthane. Von Randolph Riemschneider 500
Verschiedenes 504
Berichtigung 504
Verleihung der Fabricius-Medaille 804

Referate

Einzelreferate 505

Autoren- und Sachregister zum 35. Band 508

Schriftleitung: Professor Dr. W. Zwölfer, München 13, Amalienstr. 52, Gartengeb. Manuskripte sind nur an den Herrn Herausgeber zu schicken.

Honorierung: Die Beiträge sind so kurz und präzise wie möglich zu halten. Bei Abbildungen und Tabellen wird gebeten, sich auf das Notwendigste zu beschränken. Jeder Arbeit ist am Schluß eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse anzufügen. Die Titel zitierter Zeitschriften sind nach den internationalen Regeln zu kürzen. Das Honorar beträgt je Bogen 40,— DM, mehr als 3 Bogen werden nicht honoriert. Der von Abbildungen und Tabellen eingenommene Raum sowie Doktor-Dissertationen werden nicht honoriert.

Erscheinungsweise: Jährlich erscheinen etwa 6 Hefte, von denen 4 einen Band bilden. Jedes Heft hat einen Umfang von 7 bis 8 Druckbogen. Das Abonnement verpflichtet zum Bezug eines ganzen Bandes. Es verlängert sich jeweils, falls nicht spätestens unverzüglich nach Eingang der letzten Lieferung des berechneten Bandes Abbestellung erfolgt.

Sonderabdrucke: Von Originalaufsätzen werden auf Wunsch 20 Sonderabdrucke kostenlos zur Verfügung gestellt, von Doktorarbeiten 50. Mehrbedarf kann gegen Berechnung geliefert werden.

Abonnementspreis dieses Heftes 28,80 DM **Einzelpreis 31,60 DM**

D 77

Zur Kenntnis der Anatomie, Physiologie und Ökologie des Brachkäfers, *Rhizotrogus aestivus Oliv.* (Col. Lam.)

Von

Rolf Schäfer, Merano (Italien)

Mit 16 Abbildungen

Inhalt: I. Einleitung S. 381. — Material und Methoden S. 382. — Frühere Arbeiten S. 383. — Zur Taxonomie S. 383.

II. Morphologie der Imagines S. 384. — Morphologie der Larve S. 386. — Anatomie des Darmkanals der Engerlinge S. 389.

III. Allgemeines S. 391. — Einwirkung klimatischer Bedingungen S. 392. — Ort und Beginn des jahreszeitlichen Auftretens S. 393. — Meteorologische Daten zur Flugtätigkeit S. 394. — Zahlenmäßiges Verhältnis der Geschlechter S. 395. — Auslösende Faktoren des abendlichen Käferfluges S. 396. — Biotop S. 397. — Lebensweise der Käfer im Verlauf der Gesamtflugperiode S. 398. — Untersuchungen über die Variationsbreite des Körpergewichtes der Käfer S. 401. — Entwicklungsdauer S. 403. — Vergleichende Beobachtung im Befallsgebiet Weiler S. 403. — Kopulation S. 404. — Eiablage S. 404. — Einfluß von Licht und Feuchtigkeit auf die Eidauer S. 406. — Fraßtätigkeit der Imagines S. 408. — Ökologische Grundlagen S. 410. — Messung der Kopfkapselbreite bei Engerlingen S. 411. — Wanderung der Engerlinge S. 412.

IV. Untersuchungen über den Geruchssinn der Engerlinge S. 413. — Phototaxis der Engerlinge S. 414. — Einfluß verschiedener Werte rel. Luftfeuchtigkeit S. 415. — Stoffwechselphysiologische Untersuchungen S. 416.

V. Auftreten der Engerlinge als Schädlinge im Ackerbau S. 419.

VI. Zusamenfassung S. 422. — Literaturübersicht S. 424.

Einleitung

In der angewandten Entomologie besteht seit langem die Forderung, die Lebensweise unserer einheimischen Insekten einer grundlegenden Bearbeitung zu unterziehen. Da viele Angaben über Biologie und Ökologie der einzelnen Tierarten meist nicht über vage Vermutungen hinausgehen, gibt es auf diesem Sektor noch eine ganze Reihe offener Fragen, die der Klärung bedürfen.

Die Forderung einer grundlegenden biologisch-ökologischen Untersuchung wird dann besonders dringlich, wenn die betreffende Art als Schädling auftritt und somit auch eine wirtschaftliche Bedeutung erlangt. Ohne diese fundamentale Kenntnis der Lebensweise eines Tieres ist z. B. eine wirksame Schädlingsbekämpfung völlig undenkbar. Wahl und Dosierung des Insektizids, Art der Applikation, Zeitpunkt der Anwendung sind jeweils abhängig von der Individualität der betreffenden Tierart.

So standen auch in vorliegender Arbeit vor allen Dingen ökologische Untersuchungen im Vordergrund, die jedoch — soweit es möglich und notwendig war — durch physiologische Untersuchungen gestützt und ergänzt wurden. Weiterhin waren, bei der recht lückenhaften Kenntnis der Engerlings-Systematik, einige kurze anatomisch-morphologische Kapitel voraus-

zuschicken. Die vorliegende Arbeit erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit hinsichtlich der Erfassung und Bearbeitung sämtlicher biologisch-ökologischer Faktoren. Ausgehend vom Standpunkt der angewandten Entomologie war es zunächst lediglich notwendig, die dringlichsten offenen Fragen zu klären, um die Handhabe zu einer wirksamen Bekämpfung zu besitzen.

Das vermehrte und in seinen Auswirkungen sehr schädigende Auftreten von *„Rhizotrogus aestivus"* hat es zur Forderung gemacht, die bisher bekannten Angaben zu vervollständigen oder — soweit die Unterlagen dies nicht erlaubten — völlig neue Grundlagen zu schaffen.

Vorliegende Arbeit wurde mit Ausnahme der ionometrischen pH-Bestimmung, die im botanischen Institut der Versuchs- und Forschungsanstalt Geisenheim erfolgten, in den Jahren 1949—1951 im Pflanzenschutzlabor der Fa. C. H. BOEHRINGER Sohn (Ingelheim) ausgeführt.

Es sei mir an dieser Stelle gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Frhr. VON BUDDENBROCK für die Möglichkeit der Durchführung einer Promotionsarbeit auf dem Gebiet der angewandten Entomologie, für das stete persönliche Interesse am Fortschreiten der Arbeit und für die vielseitigen Anregungen und Hinweise meinen ergebensten Dank auszusprechen. Herrn DR. ERNST BOEHRINGER bin ich für die Überlassung eines Arbeitsplatzes im Rahmen der Wissenschaftlichen Abteilung der Chemischen Werke C. H. Boehringer Sohn, Ingelheim, und für seine großzügige Unterstützung in arbeitsmäßiger und finanzieller Hinsicht zu größtem Dank verpflichtet. Dem Leiter des Pflanzenschutzlabors, Herrn Dr. A. MAYER, verdanke ich die Anregung der Arbeit. Ihm, sowie Herrn Dr. phil. habil. W. MADEL, Herrn Wiss. Rat Dr. B. GÖTZ (Freiburg) und Herrn Dr. G. BODENSTEIN danke ich sehr herzlich für vielseitige Anweisungen und Ratschläge. Herrn BROSZKUS (Photolabor der Fa. C. H. Boehringer Sohn) verdanke ich die Anfertigung der Abbildungen.

Material und Methoden

Sämtliche Imagines und Engerlinge der einzelnen Stadien wurden durch Ausgrabungen auf den Feldern der Gemarkungen Wallertheim, Gau Weinheim (Kr. Alzey) und Ober-Hilbersheim (Kr. Bingen) eingebracht. Während der jeweiligen Flugperioden erfolgte ein zusätzlicher Käferfang auf den Rheinwiesen bei Ingelheim. Die Grabungen wurden während der Jahre 1949—1951 durchgeführt und zwar auf umgebrochenen Flächen, die in der vorangegangenen Vegetationsperiode mit Rüben bestellt waren oder während der Vegetationsperiode auf Schadherden.

Die zeitweilige Haltung der Engerlinge und Imagines erfolgte in zylindrischen, oben offenen, Drahtkörben, die bis zu ihrem oberen Rand im Freiland eingegraben waren. Um möglichst natürliche Bedingungen zu schaffen wurden die Körbe mit Ackerboden gefüllt, der aus den gleichen Pfälzer Gemarkungen stammte. Diese Maßnahme war notwendig, da — wie weiter unten angeführt — sowohl Engerlinge als auch Imagines auf einen plötzlichen Wechsel der Erdart unter Umständen mit einem hochprozentigen letalen Ausfall reagieren können. Während der Vegetationsperiode erfolgte eine Bepflanzung der Drahtkäfige mit Zuckerrüben.

Sämtliche Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsmessungen wurden mit „PHYWE"-Thermometern und Haarhygrometern durchgeführt. Alle weiteren meteorologischen Daten stammen aus der dem Pflanzenschutzlabor der Fa. C. H. Boehringer Sohn angeschlossenen Wetterstation und aus Witterungsberichten der Wetterämter Seelbach b. Lahr und Neustadt a. d. Haardt.

Die weiterhin verwendeten Apparate und die Arbeitsmethoden der einzelnen Untersuchungen sollen der besseren Übersicht halber im speziellen Teil angeführt werden.

Für die durchzuführenden Untersuchungen ergaben sich von vornherein Schwierigkeiten dadurch, daß hier nicht mehrere Tierarten auf ihre Reaktionsweise mit einer einzigen sorgfältig ausgearbeiteten und ausgefeilten Methode untersucht wurden, sondern daß für eine

einzige spezielle Art mehrere Untersuchungsmethoden gefunden werden mußten, um den hauptsächlichsten physiologischen und biologisch-ökologischen Faktoren Rechnung tragen zu können. Zum anderen war es jedoch unmöglich, die bisher bekannten Arbeitsmethoden beizubehalten, da diese für die im Boden lebenden Engerlinge ungeeignet waren. Da die Ausweichreaktionen des Engerlings, entsprechend seinem Biotop, in vertikaler Richtung erfolgen, eine vertikale Versuchsanordnung jedoch zumeist eine Unmöglichkeit bedeutet, war es nur unter Schwierigkeiten möglich, eine den natürlichen Verhältnissen entsprechende Methode zu entwickeln.

Freilandversuche größeren Umfanges wurden nicht durchgeführt, da die Bedingungen des Arbeitsplatzes zusammen mit der geringen Menge des jeweils zur Verfügung stehenden Tiermaterials derartige Untersuchungen nur schwer ermöglicht hätten, zum anderen jedoch und hauptsächlich darum, weil sie erhebliche und unvermeidliche Fehlerquellen bergen. So ist bei Freilandversuchen eine dauernde Beobachtung und die zur Erzielung exakter Versuchsergebnisse unbedingt notwendige Kontrolle des Versuchs unmöglich. Einmal, um nur zwei Punkte herauszugreifen, sind Abwanderungs- und Mortalitätsfaktoren nur schwer nachzuweisen. Schwerdtfeger berichtet z. B., daß mehrere in Chloroform abgetötete Larven sich binnen kurzer Dauer im Erdboden völlig aufgelöst hätten, so daß die Anzahl der toten Engerlinge nicht mehr festzustellen war. Weiterhin haben Kontrollgrabungen, sofern man nicht von vornherein eine große Anzahl von Engerlingen mit Hilfe des Spatens umbringt, durch die plötzliche Veränderung der durch den Biotop bedingten Verhältnisse (Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Lichteinfluß, Änderung der Atmosphärilien) zumeist letale Folgen.

Frühere Arbeiten

In der Literatur — soweit sie mir zugänglich war — findet sich keine Arbeit, die sich speziell, etwa in der Art einer Monographie, mit einem Vertreter der Gattung *Rhizotrogus Latr.* befaßt. Selbst beim Studium der wissenschaftlichen Fachzeitschriften findet man nur selten einen Hinweis. Abgesehen von Bestimmungsbüchern und Tabellen, einigen unwesentlichen z. T. auch unklaren Angaben in entomologischen Handbüchern, konnten nur folgende wenige Literaturstellen über *Rhizotrogus aestivus* ermittelt werden:

Burmeister (Handbuch d. Entomol., 4. Bd., Berlin 1855)

Rhizotrogus aestivus ... oblongus, rufo-testaceus, nitidus, punctatus; pronoti angulis posticis protractis, vitta elytrorum suturali fusca Long.

Guerin (Ann. de la Soc. Entomol. de France Paris 1864) — Le même membre montre des *„Rhizotrogus aestivus"* trouvés il y a quelques jours, à l'état parfait et dans l'intérieur du sol et conséquemment sept à huit mois avant l'époque habituelle de leur apparition. En même temps, il fait voir plusieur larves de la même espèce.

Ces larves, que M. Signoret, de son coté, rencontre en grand nombre dans la terre à Clamart, n'étant pas encore décrites, sont remises à M. Laboulbène, qui se propose de les étudier et qui rendra compte à la Société du résultat de ses recherches.

Diese Literaturangabe ist insofern interessant, als aus ihr hervorgeht, daß bis zu diesem Zeitpunkt eine Beschreibung der Larve nicht erfolgt ist. Die Bemerkung: ... en même temps il fait voir plusieurs larves de la même espèce ... dürfte wegen ihrer Unlogik lediglich auf einer Annahme beruhen. Ein späterer Bericht über eine Beschreibung der Larven konnte nicht aufgefunden werden.

Ohaus (Entomol. Rundsch. 1923) zitiert unter anderem: ... er habe die Käfer nie fressen sehen und nicht zum Fressen bringen können, er habe keine pflanzlichen Partikel im Darmkanal feststellen können, er habe keine Kopulationen beobachten können. Eine Verpuppung der Engerlinge beobachtete er Mitte Juni ...

Eine Stellungnahme zu diesen angeführten Beobachtungen von Ohaus soll in den nachfolgenden Abschnitten erfolgen.

Zur Taxonomie

Beim Literaturstudium der Gattung *„Rhizotrogus"* trifft man sehr häufig auf Synonyme, systematische Unklarheiten hinsichtlich der Trennung der Gattungen *„Rhizotrogus"* und *„Amphimallus"* bzw. Eingliederung der Gattung *„Amphimallus"* unter die Gattung *„Rhizotrogus"*, so daß es notwendig erscheint, an Hand von Literaturnachweisen hierüber einiges auszusagen.

Die verschiedene Stellung beider Gattungsbezeichnungen ist sowohl in der älteren Literatur als auch in jüngst erschienenen Publikationen die Regel. Die unklare und wechselnde Stellung der Gattungsbezeichnungen *„Amphimallus"* und *„Rhizotrogus"* ist im Verein mit der bereits angeführten weitverbreiteten Unkenntnis der Engerlingssystematik besonders in der angewandten Entomologie von ungünstigem Einfluß. In vorliegender Arbeit hat sich der Verfasser hinsichtlich der Systematik und Nomenklatur an die Bezeichnungen der Hauptwerke spezieller *Coleopteren*-Literatur (CALWER, REITTER, DALLA-TORRE etc.) gehalten. Nach dem bisher Gesagten sei an dieser Stelle gestattet, einen kurzen Überblick der Systematik zu geben, wie sie z. B. REITTER vertritt:

Tribus: *Melolonthini*

Gattungen: *Haplidia*
Rhizotrogus . . . Fühler 10gliedrig
Amphimallus . . Fühler 9gliedrig
Melolontha
Polyphylla
Anoxia

Gattung: *Rhizotrogus*
1. Untergattung: *Miltotrogus*
2. Untergattung: *Rhizotrogus*

REITTER definiert also: *„Rhizotrogus"* = Fühler 10gliedrig, *„Aphimallus"* = Fühler 9gliedrig und bezeichnet beide als selbständige Gattungen. ESCHERICH unterscheidet wohl *„Rhizotrogus"* und *„Amphimallus"* als Gattungen, läßt aber vorwiegend — wohl im Bewußtsein der häufig wechselnden Stellung der Gattungsbezeichnungen — *„Rhizotrogus (Amph.) solstitialis"* gelten; desgleichen verfährt SORAUER. BRENSKE führt — gemäß DALLA-TORRE — z. B. *„Amphimallus dalmatinus"* und *„Amphimallus circassicus"*, spricht jedoch aber auch gleichzeitig von *„Rhizotrogus assimilis"* und *„Rhizotrogus solstitialis"* — nach DALLA-TORRE —: *Amphimallus assimilis* und *„Amphimallus solstitialis"!* Generell kann gesagt werden, daß *„Amphimallus"* als Untergattung von *„Rhizotrogus"* die ursprüngliche systematische Einordnung darstellt, jedoch ist nach eingehendem Studium beider Gattungen die von REITTER angeführte systematische Stellung eher zu vertreten.

Wie schon weiter oben angeführt, kann die Verschiedenheit der Bezeichnungen in der Nomenklatur dann verhängnisvoll werden, wenn eben die Bezeichnung des Käfers — wie im vorliegenden Fall — nicht nur von systematischer Bedeutung ist, sondern in der angewandten Entomologie einen praktischen Belang darstellt.

Anatomie und Morphologie

Morphologie der Imagines

Allgemein: Aus verschiedenen Gründen war es notwendig, ausführlicher auf die Morphologie der Imagines einzugehen. Abgesehen von systematischen und nomenklatorischen Unklarheiten hinsichtlich Einordnung der Gattung *„Rhizotrogus"* und der häufig wechselnden Bezeichnung (siehe vorangehendes Kapitel) war eine ausführliche Bearbeitung und Klarstellung wichtiger Punkte schon mit der Fülle der existierenden Vulgärna-

men begründet und berechtigt. Nach mehreren Autoren (CALWER, ESCHERICH, SORAUER) gilt die Bezeichnung Brachkäfer sowohl für „*Rhizotrogus*" als auch für „*Amphimallus*". Fernerhin ist vor allen Dingen in der angewandten Entomologie eine genaue Kenntnis der Imagines hinweisend auf die Definition der schädigend auftretenden Engerlinge desselben Biotops, wenngleich die Engerlinge von „*Rhizotrogus*" auf biologisch-ökologischem Sektor Überschneidungen mit nahe verwandten Gattungen *(Melolontha, Amphimallus)* aufweisen können. Außerdem wurde bei der Beschreibung der Imagines durch das Fehlen eines ausgeprägten Sexualdimorphismus besonderer Wert auf die Herausstellung der Geschlechtsunterschiede gelegt. (Abb. 1.)

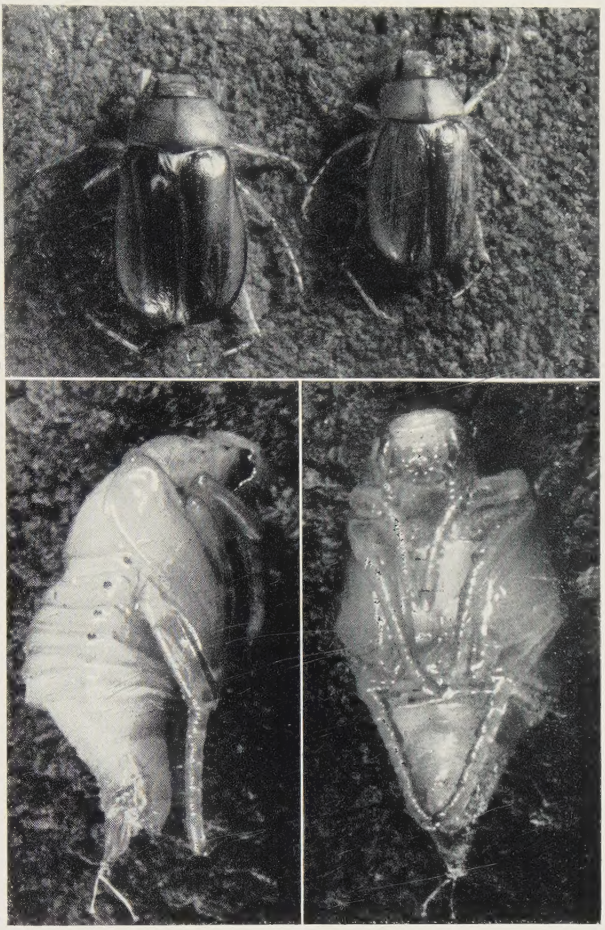


Abb. 1. a) Imagines von „*Rhizotrogus aestivus*".
b) Puppe von „*Rhizotrogus aestivus*"

Speziell: CALWER definiert „*Rhizotrogus aestivus*" wie folgt: Kleiner, kürzer und flacher als „*Amphim. solst.*", blaßgelb, gewöhnlich der Hlssch. m. einer braunroten, hinten erweiterten, vorn verschmälerten Strieme; die Flgdck. neben d. Naht m. einer breiten Längsbinde u. am Seitenrand schmal gebräunt; d. Schilddchen manchmal braunrot, zuweilen fehlt d. Hlsstrieme, seltener d. Braunrot auf d. Flgdck. öfters breitet sich dieses am Außenrande aus; auch d. *Pygidium* kann eine braune Strieme haben; selten tritt beiderseits d. Hlsstrieme noch ein großer dunkler Fleck auf. Kopf dicht runzelig punktiert, Stirn etwas aufgetrieben, m. aufrechten Haaren besetzt. Der aufgebogene Kopfrand in der Mitte ausgebuchtet. Hlssch. hinten so breit wie die Flgdck., an d. Seiten etwas gerundet, nach vorn verschmälert. Die Hinterecken etwas verlängert u. seitlich vortretend, die Oberseite flach gewölbt, ziemlich dicht und fein punktiert, mit äußerst fein lederartig genarbten Zwischenwänden, daher mehr oder minder matt, kahl, nur der Seiten- und Vorderrand m. längeren Haaren bewimpert, d. Basis kahl, Schilddchen glatt, Flgck. querrunzelig punktiert, mit undeutlich erhabenen

Längslinien, m. einzelnen kurzen aufrechtstehenden Härchen besäet. Brust mit sehr dichter u. langer, wolliger, weißlicher Behaarung. *Pygidium* kahl, Vschienen bei beiden Geschlechtern dreizähnig, d. obere Zahn sehr stumpf u. undeutlich. Bei Männ. d. Fhlrkeule länglich, etwas kürzer als d. übrige Teil d. Fhlrs., gegen die Spitze hin etwas erweitert, gerade; d. hinteren Schenkel useits. m. längeren abstehenden Borsten besetzt, d. Bauch i. d. Mitte d. Länge nach leicht eingedrückt, die einz. Bauchschienen m. Querreihen anliegender kurzer Börstchen. Weib. nach hinten bauchartig erweitert, Fhlrkeule klein eiförmig, d. beiden unteren Zähne d. Vschienen schärfer, d. Hinterschenkel ein wenig verdickt, d. Hschienen an d. Spitze etwas erweitert, d. hinteren Schienen i. d. Mitte m. einer deutlichen Querleiste. Länge 12—18 mm.

Hinsichtlich der geschlechtlichen Unterscheidungsmerkmale dient als brauchbares Kennzeichen die Fühlerform, die, wie oben erwähnt, in Verbindung mit der leicht feststellbaren Einbuchtung in Richtung der Ventralmediane am Abdomen als hauptsächlichstes Unterscheidungsmerkmal gelten kann. Bei den Weibchen weist das Abdomen ventral eine tiefgelbe Färbung auf, während die Färbung bei den Männchen mehr schmutziggelb bis bräunlich erscheint. Außerdem sind die Dörnchen der abdominalen Dörnchenquerreihe bei den Männchen stärker ausgebildet als bei den Weibchen — was sich schon makroskopisch leicht erkennen läßt. Ein weiteres sicheres Unterscheidungsmerkmal bildet die Bedeckung des *Scutellum*. Bei den Weibchen tritt unter dem Hinterrand des *Pronotum* ein feiner, dichter, gleichlanger Haarsaum auf, der das *Scutellum* nur wenig bis gar nicht bedeckt. Während bei den Männchen, durch auffallend längere, büschelförmige Behaarung eine fast völlige Bedeckung des Schildchens erreicht wird.

Als weiteres, jedoch nicht immer sicheres Unterscheidungsmerkmal kann die Anzahl der sichtbaren Segmente dorsal zwischen Elytrenhinterrand und Terminalsegment hinzugenommen werden. Die Anzahl dieser unbedeckten, freibleibenden Segmente beträgt bei den Weibchen 1 bis 1½, bei den Männchen 2 bis 2½. Dieses Merkmal ergibt sich durch die verschiedene Länge der *Elytren* und die mehr oder weniger stark ausgeprägte Form des Abdomens.

Morphologie der Larve von „*Rhizotrogus aestivus*"

Da über die Larven der einheimischen Lamellicornier an sich sehr wenig bekannt und eine Beschreibung des Engerlings von „*Rhizotrogus aestivus*" bisher nicht erfolgt ist, erscheint es notwendig, an dieser Stelle näher darauf einzugehen. (Abb. 2.)

In der Literatur der letzten Jahre finden sich bisher nur zwei Bestimmungstabellen (SUBKLEW, KORSCHEFSKI); die Anzahl der darin beschriebenen Arten ist jedoch gering, die Abbildungen beziehen sich jeweils auf das letzte Engerlingsstadium. Letzteres erklärt sich wohl daraus, daß bei vielen kleineren Arten mit kurzer Entwicklungsdauer eine genaue Beschreibung der einzelnen Larvenstadien durch die noch unübersichtliche Stellung der Dörnchenreihe, des Borstenfeldes und der noch unbestimmbaren Art der verschiedenen Borsten (Schaufelborsten etc.) sehr erschwert ist.

Als hauptsächlichste Unterscheidungsmerkmale gelten folgende Punkte:

1. Morphologie der Kopfkapsel mit Mundgliedmaßen.
2. Beborstung (Borstenfeld) und Anordnung der Dörnchenreihe des Analsegments.

3. Lage der Analöffnung
   a) in Richtung der Körpermediane
   b) senkrecht zur Körpermediane

Die Messung der Kopfkapselbreite findet ihre hauptsächlichste Bedeutung in der Unterscheidung der verschiedenen Larvenstadien ein und derselben Art.

Bei der verschiedenartigen Ausgestaltung des Analsegments sind folgende Punkte von systematischer Bedeutung:

Größe des Borstenfeldes,
Stellung der Dörnchenreihe zum Borstenfeld,
Art, Zahl und Stellung der einzelnen Borsten,
Anlage der Dörnchenreihe,
Anzahl der im Verlauf der Reihe auftretenden Dörnchen.

Die Analöffnung verläuft in der Regel senkrecht zur Körpermediane. Eine Ausnahme bildet z. B. „*Serica*". Hier verläuft die Analöffnung in Richtung der Körpermediane.

Abb. 2.
Engerling III von „*Rhizotrogus aestivus*"

Auffällig bei allen Lamellicornierarten ist die stark chitinisierte Kopfkapsel, die den Kaumuskeln als Widerlager dient; sie weist bei der Larve von „*Rhizotrogus*" eine mittelbraune Färbung auf. Bei den Mundgliedmaßen zeigen die im Vergleich zu den Imagines mächtigen Mandibeln mit einer Länge von 4 mm eine auffallend starke Ausbildung. Diese extreme Ausbildung erweist sich bei der Nahrungsaufnahme und bei der Lokomotion — bei der selbst härteste Erdschichten durchstoßen werden — als unbedingt zweckmäßig.

Die Antennen sind 5gliederig, wenig differenziert bei einer Länge von 5 mm. Das Endglied ist deutlich keulenförmig abgesetzt und mit Sinnesstiften versehen. Generell weisen die Mundgliedmaßen im Vergleich zu anderen Lamellicornierlarven keine abweichenden Unterschiede im Bauplan auf.

Die Extremitäten zeigen 3gliederig ohne tarsale Differenzierung eine starke Beborstung; diese ist wiederum bei der Wanderung des Engerlings von Bedeutung.

Die Stigmen des *Meso-* und *Metathorax* sind unterdrückt.

Eine Beborstung bzw. Behaarung ist nicht nur auf das Analsegment beschränkt, sondern verteilt sich in mehr oder weniger starker Ausprägung über sämtliche Rumpfsegmente. Die *Thorakaltergite* weisen eine makroskopisch kaum sichtbare feine Behaarung auf, während im Gegensatz dazu die *Sternite* zwischen den Extremitäten eine mehr ausgeprägte längere Behaarung zeigen.

Die Wülste der *Thorakaltergite* sind unregelmäßig, wenig differenziert. Die nachfolgenden Segmente 4—9 zeigen untereinander bis auf geringfügige Unterschiede eine weitgehende Übereinstimmung. Im Gegensatz zu „*Melo-*

lontha" ergibt sich zwischen dem 4. und 5. Körpersegment keine Differenz in der Anzahl der Wülste.

Die ersten 6 Abdominalsegmente (4.—9. Körpersegment) besitzen auf der Dorsalseite drei deutlich getrennte Wülste. Die Breite der Wülste nimmt im Verlauf eines Einzelsegments caudalwärts ab. Der erste erstreckt sich seitlich bis über die Stigmen hinaus, der dritte, in der Dorsalmediane von schmalster Ausbreitung, trifft in der Höhe des Stigma mit dem ersten zusammen. Der mittlere Wulst nimmt ausdehnungsmäßig nach den Seiten zu ab und endet eingekeilt zwischen Vorder- und Hinterwulst oberhalb der Atemöffnung, in seiner Form ein sphärisches Zweieck bildend.

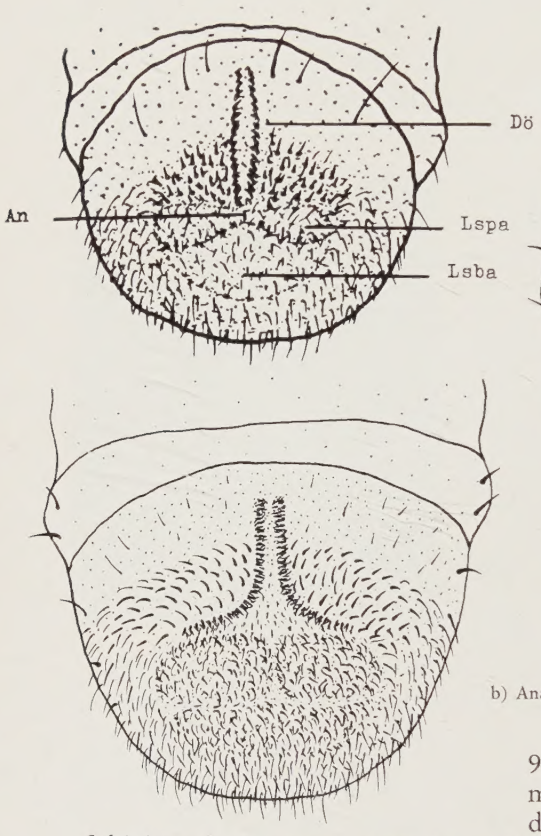
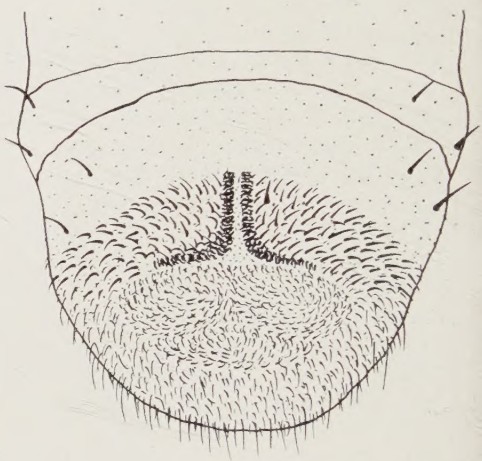


Abb. 3. a) Analsegment von „*Melolontha spez.*". Dö = Dörnchenreihe. An = *Anus*. Lspa = *Lamina supraanalis*. Lsba = *Lamina subanalis*



c) Analsegment von „*Amphimallus solstitialis*"

b) Analsegment von „*Rhizotrogus aestivus*"

Zwischen Segment 7—8, 8—9, 9—10 der Stelle des größten Einkrümmungsvermögens schiebt sich an beiden Seiten des Körpers die Dehnungsfähigkeit der Segmente dorsal erweiternd ein Intermediärwulst ein. Dieser Wulst läuft noch vor Erreichen der Dorsalmediane in einer Spitze zusammen.

Beim 10. Körpersegment ist die dorsale Wulstung nicht mehr deutlich ausgeprägt, die Trennungslinie zwischen den letzten beiden Wülsten ist nur noch unscharf abgegrenzt; die beiden anschließenden Segmente 11. und 12. zeigen überhaupt keine Wulstbildung mehr.

Die Segmente 4—10 zeigen dorsal eine Bedeckung dichtstehender kurzer Borsten, während ventral alle Körpersegmente — mit Ausnahme des Analsegments — ein einreihige Querleiste weitstehender längerer Haare aufweisen.

Die Dörnchenreihe des Analsegments besteht aus 26 — 28 — 30 Dörnchen, deren Länge am caudalen Ende zunimmt; sie stehen teilweise dreireihig zur *Ventralmediane* einwärts gekrümmt und gegeneinander gerichtet. Der Verlauf der Dörnchenreihe geht zunächst parallel um nach Erreichen der *Laminae supraanales* seitwärts, den oberen Rand des *Lamina-Rondells* begrenzend auseinanderzuweichen. Die Dörnchenreihe überragt das sie umgebende Borstenfeld etwa um $^1/_5$ ihrer Gesamtlänge. (Abb. 3.)

Das Borstenfeld selbst besteht aus etwa 40 Borsten, deren Länge in caudaler Richtung abnimmt, während der Dörnchenreihe dicht benachbarte Borsten im Vergleich zu dieser kaum einen Längenunterschied aufweisen.

Die *Lamina subanalis* ist fast ebenso groß wie die beiden *Laminae supraanales;* alle drei sind mit kurzen weitläufig gestellten Borsten besetzt. Die Ausmaße des *Lamina-Rondells* betragen 2,4 mal 1,6 mm. Dorsal schneidet der Fettkörper mit dem 11. Segment ab.

Art und Ausbildung der verschiedenen Borsten (Rückenborsten, Ruderborsten etc.) sind in systematischer Hinsicht ohne Belang.

Anatomie des Darmkanals der Engerlinge

Innerhalb der *Lamellicornierarten* zeigt die Ausbildung des Darmkanals der Larven eine große Vielgestaltigkeit, die sich durch die verschiedenartige Nahrung und die damit zusammenhängende verschiedenartige Aufspaltung derselben erklären läßt. Dies betrifft insbesondere die Ausbildung von Anhangsdrüsen, *Mycetomen etc.* Allen *Lamellicornierlarven* gemeinsam ist jedoch das Fehlen besonders ausgebildeter Speicheldrüsen am *Oesophagus* und die auffallend große Erweiterung des mittleren Enddarmabschnittes. Letzteres läßt damit schon anatomisch die physiologische Bedeutung dieses Darmabschnittes — der sogen. Gärkammer — für die Aufspaltung der Nahrung erkennen. (Abb. 4.)

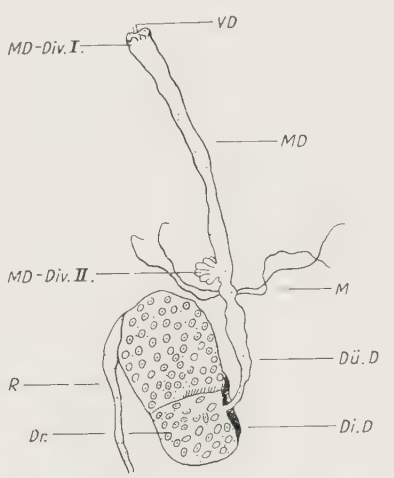


Abb. 4. Darmkanal des Engerlings (schem.)

Für die Beschreibung der einzelnen Abschnitte des Darmkanals sollen hier die allgemein gebräuchlichen Bezeichnungen angewendet werden (Mingazzini), die jedoch lediglich anatomische Bedeutung haben. In physiologischer Hinsicht sind die Bezeichnungen der einzelnen Darmabschnitte nicht immer sinngemäß.

Allgemein unterscheidet man:

1. *Oesophagus*
2. Mitteldarm (bis zur Einmündung der *Malpighischen Gefäße.)*
3. Enddarm mit a) Dünndarm
   b) Dickdarm (Gärkammer)
   c) *Rectum.*

Der Darmkanal von *„Rhizotrogus aestivus"* beginnt mit einem englumigen *Oesophagus,* der im Bereich des ersten *Thorakalsegments* in den

oben kropfartig erweiterten Mitteldarm überführt. Diese Erweiterung des oberen Mitteldarmabschnittes ist deutlich nur bei gut ernährten Larven zu erkennen. Nach längerer Hungerperiode bzw. nach dem Herbstabstieg der Engerlinge zeigt sich, bei der Sektion, der Übergang zwischen *Oesophagus* und Mitteldarm weniger gut ausgeprägt; wie überhaupt das Lumen des Mitteldarms je nach Menge der aufgenommenen Nahrung eine verschiedenartige Ausgestaltung aufweist. Dicht unterhalb der Eintrittsstelle des *Oesophagus* lassen sich am Mitteldarm mehrere deutlich sichtbare Anhangsdrüsen erkennen. Die Gestalt dieser Anhangsdrüsen ist — ähnlich wie bei der Larve von *„Melolontha spez."* — etwa einer geschlossenen Faust vergleichbar. Ihre Stellung ist regelmäßig, auf gleicher Höhe rund um das Darmrohr verteilt, ihre Anzahl beträgt meist 10. Kurz oberhalb der Einmündung der *Malpighischen* Gefäße in den Darmkanal befindet sich eine zweite Zone fingerförmig angeordneter Anhangsdrüsen, die in 7-Zahl eng nebeneinanderliegend im Gegensatz zur Form und Stellung der oberen Anhangsdrüsen nur ventral ausgebildet sind. Hinter dieser Drüsenzone erfolgt eine Verengung des Darmlumens, der sich wiederum eine kugelförmige Ausweitung des Darmrohres anschließt; an dieser Ausweitung münden die *Malpighischen* Gefäße.

Der sich anschließende Dünndarm verläuft in Richtung des Mitteldarms und mündet dorsal, im Bereich des unteren Dickdarmdrittels in denselben ein.

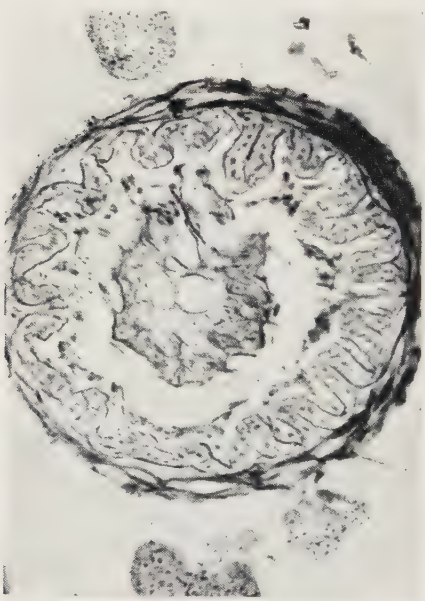


Abb. 5. Querschnitt durch den Mitteldarm

Der Dickdarm zeigt die oben erwähnte Ausweitung und erstreckt sich rückläufig bis etwa zur Region der unteren Drüsenzone des Mitteldarmes (Abb. 5). Der Querschnitt des Dickdarms beträgt je nach Darmfüllung ein Doppeltes bis Vielfaches des Mitteldarmquerschnittes. Die Oberfläche des Dickdarmes läßt in ihrer Gesamtheit eine Vielzahl drüsenartiger Bildungen erkennen.

Der histologische Befund bestätigte diese Annahme. Über die Funktion dieser Drüsen ist nichts bekannt (Abb. 6).

Der Darminhalt dieses Abschnittes zeigt pflanzliche Nahrungspartikel mit noch gut erkennbarer zellulärer Struktur und weist fernerhin eine dichte Bakterienflora auf. Die bakteriologische Untersuchung zeigte neben anderen Formen vorwiegend Gram-positive *Diplococcen* und Gram-negative Stäbchen. Während der laufenden Untersuchungen konnte eine völlige Entleerung dieser sog. Gärkammer niemals festgestellt werden. In einer zweiten Wendung führt das sich an den Dickdarm anschließende *Rectum* in ventralem Verlauf zum Anus. Das *Rectum* zeigt muskuläre Struktur *(Rectalpapillen)* und dient zur eigentlichen Ausführung des Kotes. Durch diesen ventral in

Richtung der Körpermediane verlaufenden Endabschnittes wird eine Furche im Dickdarm ausgeprägt, die mehr oder weniger stark in Erscheinung treten kann. Im Vergleich zu analogen Untersuchungen bei verschiedenen *Lamellicornierlarven* mag angeführt werden, daß z. B. bei *„Potosia"* eine völlige Umwachsung des Dickdarms um das *Rectum* stattfinden kann. Bei *„Rhizotrogus aestivus"* besteht zwischen den beiden Darmabschnitten jedoch nur eine lose Verbindung.

Durch diese Führung des Darmverlaufs entsteht ventral am Dickdarm ein paariger Wulst, der mit seiner unteren Ausbuchtung dem horizontalen Verlauf der auseinanderweichenden ebenfalls paarigen Dörnchenreihe des *Analsegmentes* entspricht.

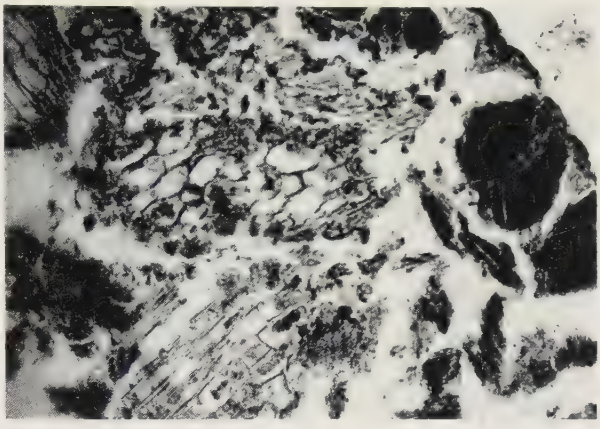


Abb. 6. Querschnitt durch den Dickdarm. Drüsenartige Bildungen der Oberfläche im Schnitt rechts oben

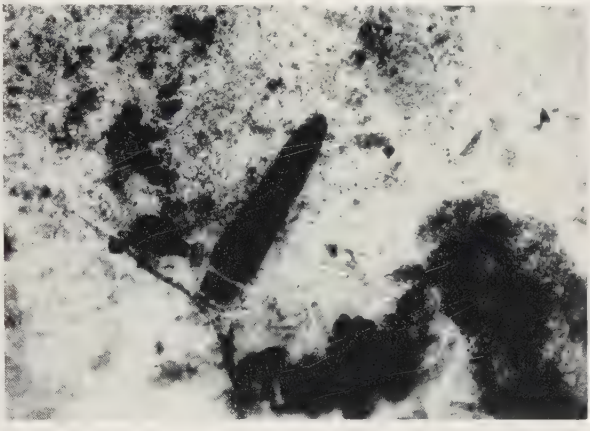


Abb. 7. Gregarine (sehr häufig im Mitteldarm parasitierend)

Der Endabschnitt des *Rectums* ist als Ausstülpung der Außenhaut aufzufassen, da einmal ähnliche Strukturen vorliegen, zum anderen die Kotabgabe durch Ausstülpung bewirkt wird.

Biologie und Ökologie

Allgemeines

Der Durchführung planmäßiger Untersuchungen standen folgende Schwierigkeiten im Wege, deren Beseitigung die erste Aufgabe sein mußte.

Zunächst einmal fehlte es an Literatur bzw. waren die vorhandenen Literaturangaben wenig geeignet, Voraussetzungen zu schaffen — etwa in Form exakter Ergebnisse — die als Anknüpfungspunkte für neu zu planende Untersuchungen hätten angesehen werden können. Dazu kommt weiterhin die relativ kurze Dauer des Imaginallebens, die latente Lebensweise der

Käfer und die, selbst bei labormäßiger Haltung, geringe Zeitspanne der Aktivität.

Aus diesen angeführten Gründen war es zunächst einmal notwendig, eine möglichst breite Grundlage, hauptsächlich in biologisch ökologischer Hinsicht, zu schaffen. Dazu gehören im einzelnen folgende Punkte:

1. Festlegung der jahreszeitlichen Zeitspanne des Auftretens
2. Abhängigkeit von klimatischen Bedingungen
3. Zeitliche Festlegung der täglichen Flugzeit
4. Zahlenmäßige Feststellung des Geschlechtsverhältnisses (Anzahl Männchen : Weibchen) während der Flugzeitdauer
5. Gebietsmäßige Abgrenzung des Flugraumes in Abhängigkeit von Futterpflanzen und Bodenverhältnissen
6. Auflösende Faktoren der täglichen Flugzeit *(Rhythmus)*
7. Fraß: Futterpflanzen und Fraßbilder
8. Kopulation, Eiablage, Eidauer etc.

Einwirkung klimatischer Bedingungen auf die Lebensweise von „*Rhizotrogus aestivus*"

Um eine genaue Kontrolle der Abhängigkeit des Käferfluges von klimatischen Bedingungen zu gewährleisten, wurden täglich meteorologische Messungen am Fangplatz vorgenommen. Diese Aufzeichnungen erfolgten während der Gesamtzeit der Flugperiode bzw. des Imaginallebens und erstreckten sich auf folgende Daten: Lufttemperatur — Luftfeuchte — Windstärke — Windrichtung — Bewölkung — Bodentemperatur (Thermograph). Fernerhin wäre es von Bedeutung gewesen, den Beginn der täglichen Flugzeit in seiner Abhängigkeit von der jeweiligen Tageshelligkeit (Lichtintensität) zu untersuchen. Leider war es durch das Fehlen geeigneter Apparate nicht möglich, diesen Faktor zu berücksichtigen. Anfangs angestellte Messungen mit Hilfe eines optischen Belichtungsmessers wurden bald vernachlässigt, da einmal die Genauigkeit des verwendeten Gerätes keine exakten Messungen zuließ und zum anderen die Umrechnung der angezeigten Werte in Lichtintensitäten (Lux) zu große Fehlerquellen birgt.

Die Temperaturmessungen erstreckten sich sowohl auf Lufttemperaturen als auch auf die Feststellung der Bodentemperaturen. Was die Aufzeichnung der Bodentemperaturen anbetrifft, so war die Kontrolle dieser Werte durch das biologisch ökologische Verhalten von „*Rhizotrogus aestivus*" gerechtfertigt und unbedingt notwendig. Die Messung der Bodentemperaturen erfolgte durch einen Bodenthermographen, der während der Gesamtzeit der Flugperiode am Fangplatz aufgestellt war. Für die Bedeutung der Feststellung oben angeführter meteorologischer Daten sprachen folgende Punkte:

1. Es war durch diese Messungen möglich, die Vorzugstemperaturen und die bevorzugten relativen Luftfeuchtigkeitswerte annähernd festzustellen, um damit von vornherein einen Hinweis auf anschließend vorzunehmende Laborversuche in dieser Richtung zu besitzen.
2. Durch vorhergehende Messungen in unmittelbarer Nähe des Fluggebietes ergaben sich Hinweise und Schlüsse auf den jahreszeitlichen Beginn der Flugperiode.
3. Es ließen sich vor allem durch Temperaturmessungen im Vergleich zu anderen Auftrittsgebieten Übereinstimmungen feststellen. (Orte mit

geringeren monatlichen Durchschnittstemperaturen zeigen in der Regel einen späteren Beginn der Flugperiode.)

Letzteres wurde insbesondere durch vergleichende Beobachtungen des eigentlichen Fluggebietes in Ingelheim mit dem Auftreten der Käfer in Weiler (Hunsrück) deutlich.

Sämtliche Meßgeräte sowohl Thermometer als auch Hygrometer wurden 30—45 Min. vor Beginn der Flugzeit im Fluggebiet aufgestellt, um eine Anpassung an die dort herrschenden Temperaturen und Feuchtigkeitswerte zu gewährleisten.

Ort und Beginn des jahreszeitlichen Auftretens von „*Rhizotrogus aestivus*"

An Angaben über Gebiete und Beginn des jahreszeitlichen Auftretens von „*Rhizotrogus aestivus*" war kaum Wesentliches bekannt. Nach einer Literaturangabe von Ohaus wird der Käferflug auf Mai bzw. Ende April festgelegt, als Ortsangabe werden die Mainzer Sande genannt. Nach einer persönlichen Mitteilung von Bodenstein konnte der Beginn des Fluges, auf Grund früherer Beobachtungen, im Gebiet um Ingelheim etwa in der zweiten Hälfte des Monats April erwartet werden. Die eigenen Beobachtungen erstreckten sich, bedingt durch die Fragestellung der Arbeit, lediglich auf das Gebiet um Ingelheim und Weiler (Hunsrück).

Weiterhin wurden in der näheren Umgebung (Rhein-Main-Gebiet) folgende Funde bestätigt: Kronberg — Bad Soden — Frankfurt a. M. und Umgebung — Bergen-Enkheim — Flörsheim — Wiesbaden — Eichberg — Schierstein — Bingen — Niederwald — Nassau — Weilburg — Dillenburg — Mainz und Umgebung.*) Um eine ungefähre Voraussage für den Beginn des Auftretens von „*Rhizotrogus aestivus*" treffen zu können, mußten zunächst einmal die auslösenden Faktoren untersucht und berücksichtigt werden. Als solche kamen in Frage:

1. Entwicklungszustand, 2. klimatische Bedingungen und Voraussetzungen.

Die praeimaginale Entwicklung des Käfers ist äußerlich bereits Mitte August — also 8 Monate vor Beginn des Auftretens — abgeschlossen. Mit dem Beginn der Flugzeit ist die Sexualreife bereits erreicht und der Unterschied hinsichtlich der Vermehrungsintensität zwischen Käfern ohne Fraßperiode (Laborversuch) und mit Fraßperiode (Verhalten im Freiland) ist lediglich ein gradueller. Folgende aufschlußreiche Beobachtung soll hierzu weiterhin angeführt werden. Nach einer im März erfolgten Grabung wurden die Käfer 3 Tage hindurch im Gewächshaus bei einer Tagesdurchschnittstemperatur von 18° C aufbewahrt, ehe eine den natürlichen Bedingungen entsprechende Haltung im Freiland möglich war. Während der Abendstunden der darauffolgenden Tage konnte beobachtet werden, wie einzelne Käfer den Boden verließen. Ein Käferflug trat durch die zu niedrige, jahreszeitlich bedingte, Temperatur nicht auf. Dennoch ist die Tatsache, daß die Käfer nach einer länger andauernden Bodenerwärmung in der Lage sind, den Boden zu verlassen, ausschlaggebend und hinweisend auf die Abhängigkeit des Beginns der Flugperiode von klimatischen Bedingungen.

*) Nach einer persönlichen Mitteilung von zur Strassen. Belege teils in der Sammlung des Senckenberg-Instituts, teils in der Sammlung von zur Strassen.

Die im Laufe des Monats April erfolgten Messungen ergaben folgende Daten:

Tag	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
LT.	8,6	6,3	6,8	7,0	7,8	8,3	8,4	18,6	8,2	8,4
BT.	8,0	8,5	9,0	9,1	8,9	9,4	11,1	13,7	10,5	8,8
R.	—	5,9	0,4	—	0,6	—	—	—	6,1	0,6
Tag	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.
LT.	6,8	8,0	4,4	9,0	5,4	7,3	7,0	11,1	13,4	10,2
BT.	9,9	9,6	10,0	11,6	8,3	9,2	11,5	10,4	14,8	12,2
R.	2,7	—	7,8	—	0,2	0.1	—	—	4,8	0,4

Tag	21. April 1950
LT.	15,5
BT.	15,1
R.	—

Lt. = Lufttemperatur der abendlichen Messung (in °C.)
Bt. = Bodentemperatur in 20 cm Tiefe (in °C.)
R. = Tagesgesamtmenge an Regen (in mm).

Die Tabelle zeigt deutlich vor allem an Hand der Lufttemperaturen den Witterungsumbruch zwischen 17. und 18. April. Das erste Auftreten der Käfer im Beobachtungsjahr 1950 erfolgte am 20. April.

Meteorologische Daten zur Flugtätigkeit von „*Rhizotrogus aestivus*"

Während der Gesamtdauer der Flugperiode wurden am Beobachtungsort täglich Messungen durchgeführt. Die Durchführung dieser Messungen war trotz der etwa 1 km entferntliegenden Wetterstation der Fa. C. H. BOEHRINGER SOHN notwendig, um ein einwandfreies Bild der klimatischen Verhältnisse zu geben. Ein Vergleich dieser Daten zu den Messungen der genannten Wetterstation ergab weitgehende Unterschiede, die auch in keinem Verhältnis zueinander standen. Dies erklärt sich, wie bereits angedeutet, aus der klimatischen Verschiedenheit beider Orte.

Weiterhin bedingte schon die hochgradige Empfindlichkeit der Käfer Witterungseinflüssen gegenüber die Durchführung exakter Messungen. Um ein vollständiges Bild des jeweiligen Witterungscharakters zu geben, wurden außer den Angaben über Lufttemperatur, Bodentemperatur und rel. Luftfeuchtigkeit auch der Bewölkungsgrad, Windstärke und Windrichtung vermerkt.

Zum besseren Verständnis der vorliegenden Daten, insbesondere im Vergleich zu den Messungen der Wetterstation Ingelheim (Witterungsberichte für Rheinland-Pfalz; April/Mai 1950), ist noch einiges anzuführen. Die geringen Lufttemperaturen und die relativ hohen Feuchtigkeitsgrade sind zurückzuführen einmal auf die Lokalität des nahe am Rhein gelegenen Beobachtungs- und Fanggebietes, die besonders in den Abendstunden eine rasche Abkühlung erfährt, wobei das Fluggebiet hinsichtlich des Grades der relativen Feuchtigkeit noch in der direkten klimatischen Einflußsphäre des Rheines liegt, zum anderen auf die dichte Bodenbewachsung

(Grimineen, Kräuter), die eine weitere Komponente für die hochgradigen abendlichen Feuchtigkeitswerte darstellt.

Sehr häufig konnte während der abendlichen Messungen innerhalb kurzer Zeiträume ein Temperaturabfall um mehrer Grade C. festgestellt werden (eine in der Meteorologie — selbst für normal klimatische Bedingungen — geläufige Tatsache). Die — im Vergleich zur Lufttemperatur — sehr hohen Bodentemperaturen erklären sich durch die jeweils hohen Tageserwärmungen.

Wie sich aus der Tabelle ergibt, ist für die Flugtätigkeit der Käfer eine Temperatur von mindestens 7° C. erforderlich. Eine obere, den Flug begrenzende Temperatur konnte nicht festgestellt werden; jedoch ist eine solche für den biologisch-ökologischen Sektor im Hinblick auf die jahreszeitlich klimatischen Bedingungen von nur geringer Bedeutung. Das Ausbleiben des Käferfluges am 28. 4. bei einer gemessenen Temperatur von 7,5° C. ist kein Gegenbeweis, sondern erklärt sich durch die niedrigen Bodentemperaturen desselben und der vorhergehenden Tage.

Von gleich großer Bedeutung für die Lebensweise von *„Rhizotrogus aestivus"* ist die relative Luftfeuchtigkeit. Die in der Flugperiode 1950 gemessenen Werte liegen zwischen 72—98%. Da bei den Laboratoriumsuntersuchungen weder Brückenhygrostaten noch Brückenthermostaten zur Verfügung standen und somit eine Feststellung der Optimaltemperaturen bzw. der optimalen Feuchtigkeitswerte nicht möglich war, mußte an dieser Stelle die Darstellung der angeführten Freilandmessungen genügen. Hinsichtlich eines normalen Lebensablaufes während der Imaginalperiode fordern die Käfer eine hohe rel. Luftfeuchtigkeit.

Die Laboratoriumsversuche zur Fraßtätigkeit, Kopulation, Eiablage etc. waren nur nach Schaffung eines gewissen Feuchtigkeitsniveau von Erfolg. Sehr oft gelang es lediglich im Hygrostaten Versuche anzusetzen und durchzuführen. So konnte z. B. auch bei Freilandversuchen nach einer längeren Niederschlagsperiode unter Bedingungen, die einen Abfluß bzw. ein rasches Versickern der Regenmenge nicht gewährleisten, eine hochgradige Resistenz gegenüber größeren Feuchtigkeitswerten festgestellt werden. Eine Tatsache, die sich durch die Lebensweise der Käfer — die 8monatige Imaginalruhe im Boden — erklären läßt. Im Hinblick auf den Feuchtigkeitsfaktor konnte nur dann ein Ausbleiben der Flugtätigkeit erwartet werden, wenn mit einer tagsüber erfolgten Niederschlagsmenge eine zu große Abnahme der Lufttemperatur verbunden war.

Zahlenmäßiges Verhältnis der Geschlechter

Nach einem kurzen Hinweis bei Reitter treten bei der Gattung *„Rhizotrogus Latr."* im Vergleich zur Anzahl der Männchen nur wenige Weibchen auf. Selbst Beobachtungen, die sich über den Gesamtverlauf einer Flugperiode erstrecken, können leicht zu falschen Annahmen verleiten, da die zahlenmäßige Erfassung der Männchen im Vergleich zur Anzahl der Weibchen, wie sie sich in einem Fangergebnis ausdrückt, keine Schlüsse zuläßt. Eine Feststellung dieser Art berücksichtigt weder die verschiedenartige Lebensweise der beiden Geschlechter, noch das mögliche Vorhandensein entwicklungsbedingter Faktoren *(Protandrie — Protogynie)*. Die einzige Möglichkeit diese Frage zu klären besteht in der Durchführung von Grabungen.

Diese ergaben — nach Auszählung der sogen. primären Erdkäfer — jeweils eine gleiche Anzahl Männchen und Weibchen, so daß im Gegensatz zu oben angeführter Aussage von REITTER ein Verhältnis von 50 : 50 festgestellt werden kann.

Auslösende Faktoren des abendlichen Käferfluges

Hierbei waren zunächst einmal die Witterungsverhältnisse der jeweiligen Flugtage zu berücksichtigen. Als solche kamen in Frage: Temperatur, rel. Luftfeuchtigkeit, Lichtintensität, Windstärke und Luftdruck. An biologischen Faktoren war es weiterhin notwendig, das mögliche Vorhandensein eines Tagesrhythmus experimentell zu untersuchen.

Temperatur und rel. Luftfeuchtigkeit allein vermögen nicht als auslösende Faktoren aufzutreten, da eine Kopplung flugpositiver Temperatur- und Luftfeuchtigkeitswerte auch tagsüber zu beobachten ist. Außerdem weisen die, innerhalb der Gesamtflugperiode gemessenen Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsgrade eine erhebliche Variationsbreite auf. Während des Beobachtungszeitraumes konnten Temperaturunterschiede zwischen 3,5° C. und 15,5° C., Schwankungen der rel. Luftfeuchtigkeit zwischen 65% und 95% festgestellt werden. Die Barographendaten erwiesen, daß — im Gegensatz zur Lebensweise von *„Melolontha"* — der Luftdruck keinerlei Einfluß auf den Käferflug ausübt.

Die jeweilige Windstärke wirkt zwar flugbeeinträchtigend, ist jedoch als alleiniger Faktor nicht in der Lage, den Käferflug zu unterbinden.

Die größte, der — während des Beobachtungszeitraums — gemessenen Windstärke betrug 5 m/s (am 21 und 26. 4. 1951). Es konnte zwar beobachtet werden, daß die Käfer teilweise in Windrichtung abgetrieben bzw. auf Grund ihres geringen Eigengewichtes auf den Boden gedrückt wurden, eine Beeinträchtigung der Flugaktivität, Flugintensität oder zeitlichen Verringerung der Flugdauer konnte nicht festgestellt werden. Da bei *„Rhizotrogus aestivus"* — im Vergleich zu *„Melolontha"* — kein ausgeprägter Kopulations-, Fraß- und Eiablageflug stattfindet, konnte die Beachtung einer Abhängigkeit von Windstärke und Windrichtung auf einen zielgerichteten Flug vernachlässigt werden.

Der Lichtintensität als flugauslösendem Faktor dürfte jedoch mehr Bedeutung beizumessen sein. Hierfür sprechen mehrere, sich aus folgenden Beobachtungen und Messungen resultierende Tatsachen: Der Flugbeginn konnte jeweils zeitlich in etwa vorausberechnet werden, da er im Verlauf der Gesamtflugperiode mit fortschreitender Jahreszeit (unter Vernachlässigung der jeweils herrschenden Lichtintensität, Bewölkung) eine abhängige und zeitlich konstante Verzögerung erleidet. Als Maßstab für die zunehmende Tageslänge wurden die Daten des Sonnenunterganges während der Gesamtflugperiode festgestellt. Es ergab sich hier folgende Abhängigkeit:

Tag	21. 4. 1950	18. 5. 1951	Differenz
Beginn des Käferfluges	19.50 h	20.35 h	45 min.
Sonnenuntergang	19.05 h	19.51 h	46 min.
Tag	25. 4. 1951	13. 5. 1951	Differenz
Beginn des Käferfluges	19.55 h	20.25 h	30 min.
Sonnenuntergang	19.08 h	19.35 h	27 min.

Ein weiterer Beweis für die Abhängigkeit des Flugbeginns von der Lichtintensität zeigt nachstehender Überblick. War im Verlauf des Beobachtungszeitraumes — unter Ausschaltung der Bewölkung — der Flugbeginn täglich jeweils 2 min später zu erwarten, so erwies sich, daß bei Aufkommen hochgradiger Bewölkung der Flugbeginn nunmehr zur gleichen Zeit wie am Vortage bzw. um etliches früher erfolgte. Diese Abhängigkeit kommt in nebenstehender Tabelle zum Ausdruck, obwohl als Maßstab für die Lichtintensität — bei Fehlen eines Photometers — jeweils nur der momentan herrschende Bewölkungsgrad angegeben werden konnte. (Abb. 8.)

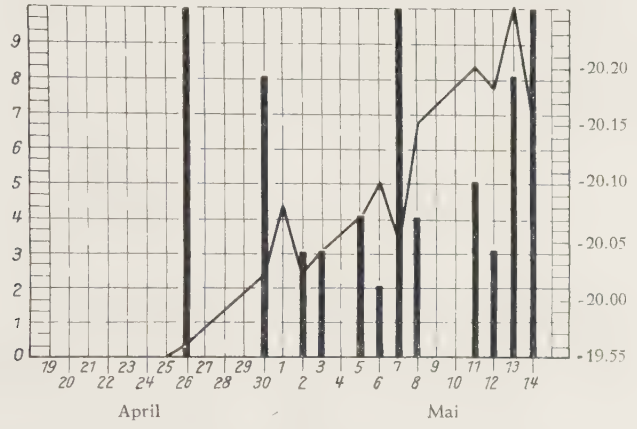


Abb. 8. Bewölkungsgrad und Flugbeginn. Ordinate links: Bewölkungsgrad in $^1/_{10}$. Ordinate rechts: Uhrzeit

Zur Feststellung eines etwa vorhandenen Tages-Rhythmus konnte nur folgender Tastversuch ausgeführt werden: In einem Terrarium wurden mehrere hundert Käfer während eines Zeitraums von 7 Tagen unter annähernden Freilandbedingungen völlig dunkel gehalten. Es ergab sich, daß im Zeitraum des zu erwartenden Aktivitätsbeginns ein Schwärmen der Käfer erfolgte. Eine zeitliche Abhängigkeit im Vergleich zu Freilandbeobachtungen konnte jedoch nicht erkannt werden. Diese Beobachtung schließt auf das Vorhandensein eines Tages-Rhythmus. Inwieweit dieser Rhythmus auf endogenen oder exogenen Faktoren beruht, konnte wegen des zu peripher gelegenen Problems nicht weiter untersucht werden.

Biotop

Bedingt durch die Fragestellung der Arbeit beschränkten sich die Freilanduntersuchungen der Imagines vor allen Dingen auf das Gebiet um Ingelheim—Wallertheim. Für die Untersuchungen der Engerlinge kam jedoch nur die Gemarkung Wallertheim—Gau-Weinheim in Frage, da Bodenuntersuchungen und Grabungen größeren Ausmaßes an den Rheindämmen Ingelheims nicht möglich waren.

Das Hauptauftreten der Käfer erfolgte beiderseits der Rheindämme in einer Entfernung von etwa 300 m südlich des Flusses. Das Gelände zwischen Rheinufer und Damm besteht aus Wiesen mit vereinzelten Busch- und Baumgruppen (teils Obstbäume). Die Wiesen zeichnen sich durch einen sehr hohen Grundwasserspiegel aus, sie gehören teilweise zum Überschwem-

mungsgebiet des Flusses. Anschließend an die Südseite des Dammes erstrecken sich Felder der Gemarkung Ingelheim.

Dammflora	*Galium verum*
	Ranunculus ficaria
	Cardamine pratensis
	Viola canina
	Rosa spez.
	Salvia pratensis
	Ajuga reptans
	Gramineen div.
Büsche	*Evonymus europaea*
	Ulmus laevis
	Humulus lupulus
Bäume	*Quercus robur*
	Populus nigra
	Prunus insititia
	Pirus malus
	Salix caprea
	Betula verrucosa

Der Flugbereich von „*Rhizotrogus aestivus*" überschneidet sich stellenweise mit dem von „*Melolontha*".

Lebensweise der Käfer im Verlauf der Gesamtflugperiode

Abhängig von den klimatischen Verhältnissen des Standortes erfolgte das erste Auftreten der Käfer im letzten Drittel des Monats April, sobald eine mittlere Temperatur von 10° C. erreicht war. Die Käfer sind ausgesprochene Dämmerungsflieger; der abendliche Flugbeginn fällt in die Zeit zwischen Sonnenuntergang und Einbruch der Dunkelheit (etwa 45 min nach Sonnenuntergang) und verläuft synchron mit fortschreitender Jahreszeit.

Weiterhin war die Frage nach dem Aufenthalt der Käfer tagsüber zu klären. Die hochgradige Empfindlichkeit der Käfer klimatischen Einflüssen gegenüber ließ schon von vornherein ein durchweg anderes Verhalten — als es z. B. für „*Melolontha*" zutrifft — vermuten. Eine tagsüber erfolgte Nachsuche auf Bäumen und Sträuchern der näheren Umgebung zeigte keinen Erfolg. Auch die Annahme, die Käfer könnten sich tagsüber unter Gräsern und Kräutern dicht am Boden aufhalten, erwies sich als Trugschluß. Selbst SORAUER gibt noch an, daß die Käfer tagsüber an Bäumen des Fluggebietes aufzufinden sind und heruntergeschüttelt werden können. Eine solche Beobachtung konnte im Verlauf eines Arbeitszeitraumes von 3 Jahren nicht bestätigt werden.

Um die Frage nach dem Aufenthalt der Käfer endgültig zu klären, wurden nach Beendigung der täglichen Flugzeit mehrere Käfer in einen Drahtkäfig gebracht, der mit seiner offenen Seite auf der Grasnarbe des Dammes aufgestellt war. Bei der Kontrolle fanden sich sämtliche Käfer im Boden, und zwar bis zu einer Tiefe von 5 cm. Dieselbe Beobachtung konnte fernerhin bei einer Versuchsreihe gemacht werden, wo mehrere Paare in mit

Erde gefüllten Glaszylindern zwecks Beobachtung von Kopulation und Eiablage, isoliert gehalten wurden. Außerdem war auch schon die Feststellung, daß zur jeweiligen abendlichen Flugzeit kein Anflug erfolgte, insofern ein Beweis dafür, daß der Aufenthalt der Käfer tagsüber an den Ort des abendlichen Fluges gebunden war. Weiterhin ergab die Untersuchung einer Teilfläche des Auftrittsgebietes, daß die Käfer zur Zeit des Flugbeginns direkt aus dem Boden aufsteigen.

Hierzu kann bei den *Melolonthiden* eine interessante Reihe von Übergängen hinsichtlich des biologischen Verhaltens aufgestellt werden:

1. „*Melolontha spez.*“ . . . Aufenthalt der Käfer außerhalb des Erdbodens, Kopulation ebenfalls außerhalb des Erdbodens; ein Einbohren der Käfer, bedingt durch einschneidende Witterungseinflüsse ist außerordentlich selten.
2. „*Rhizotr. aest.*“ . . . . . Aufenthalt der Käfer — abgesehen vom Zeitraum des Fluges — im Erdboden. Kopulation außerhalb des Erdbodens.
3. „*Oryctes nasic.*“ . . . . . Aufenthalt im Erdboden, Kopulation teilweise im Erdboden.

Zu diesem Punkt muß weiterhin angeführt werden, daß die Käfer tagsüber in einem eigentümlichen Starrezustand verharren, der erst abends bei Beginn der abendlichen Flugzeit gelöst wird. Das Fliegen einzelner Käfer während des Tages — außerhalb der gewöhnlichen Flugzeit — konnte bei „*Rhizotrogus*“ im Gegensatz zu „*Melolontha*“ niemals beobachtet werden.

Abweichend vom allgemeinen Schema: Reifungsperiode — Sexualperiode — Senescenz, wie es z. B. noch für den nahe verwandten „*Melolontha*“ gilt, können für „*Rhizotrogus*“ nur zwei Lebensabschnitte festgelegt werden, die man als Praesexualperiode und Sexualperiode bezeichnen kann. Eine Reifungsperiode fällt hier fort, da beim Auftreten der Käfer die Reife bereits abgeschlossen ist. Diese Feststellung ergab sich aus folgenden Untersuchungen:

1. Beim ersten Auftreten der Weibchen erfolgt sofort Kopulation.
2. Bis zur Zeit, in der das Auftreten der ♀♀ einen Höhepunkt erreicht, findet kein ausgeprägter Fraß statt.
3. Einzelne Käferpaare, die während ihrer Gesamtflugperiode ohne Futter gehalten wurden, zeigten dennoch Kopulation — Eiablage — Eientwicklung.

„*Rhizotrogus aestivus*“ zeigt ein ausgesprochen *protandrisches* Verhalten. Während der Flugperioden 1950—1951 konnte das erste Auftreten der Weibchen am 5. bzw. 7. Tag der Gesamtflugperiode festgestellt werden, das Auftrittsmaximum der Weibchen erfolgt jedoch erst in der zweiten Hälfte der Periode (für die Flugperiode 1951); am 6. 5. 1951, am 12. Tag nach dem ersten Auftreten der Käfer von insgesamt 20 Flugtagen.

Die Art des Fluges während der Praesexualperiode weist sehr große Unterschiede im Vergleich zum Flug der Sexualperiode auf.

Praesexualperiode. Während dieser Periode findet ein deutlich ausgeprägter Suchflug statt. Mit relativ geringer Geschwindigkeit fliegen die Käfer in engen Spiralen, die sich nur auf ein begrenztes Areal ausweiten, mit einer Flughöhe von etwa 60—80 cm. Letzteres Kennzeichen ist besonders charakteristisch für diesen Zeitraum. Eine Überschreitung dieser Flughöhe wurde niemals beobachtet, ein begrenzender Faktor für die konstante Einhaltung dieser Flughöhe konnte jedoch nicht festgestellt werden. Eine Temperaturabhängigkeit dürfte hierbei wohl kaum eine Rolle spielen, da die Variationsbreite der Temperatur während der Gesamtflugperiode erhebliche Unterschiede aufweist.

Sexualperiode. Während der Sexualperiode fällt die Einhaltung einer gewissen Flughöhe fort; die Käfer erreichen in schnellem, zielgerichtetem Flug nahegelegene Busch- und Baumgruppen, an denen eine intensive Fraß- und Kopulationstätigkeit erfolgt.

Allgemein konnte weiterhin festgestellt werden, daß die Fluggeschwindigkeit bei niedrigen Temperaturen und hohen Feuchtigkeitsprozenten — im Vergleich zur Kombination hoher Temperaturen mit niedriger rel. Feuchtigkeit — stark reduziert wird.

Eine weitere Eigentümlichkeit des Käferfluges bestand in folgendem Verhalten. Während der ersten Tage des Auftretens der Käfer konnte der charakteristische Suchflug nur auf der Südseite (Landseite) des Rheindammes festgestellt werden; ein Überfliegen des Dammes erfolgte in keinem Fall. Nach Erreichen der Firsthöhe des Dammes erfolgte — vergleichbar einem Einfliegen in eine Zone ungünstiger Umweltsfaktoren — sofortige Umkehr und Rückflug.

Hinsichtlich seiner Bedeutung für die angewandte Entomologie wurden weiterhin Beobachtungen über das Einbohren der Käfer in den Erdboden angestellt.

Auf den Befallsgebieten läßt die Anzahl der Ausbohrlöcher in etwa einen Schluß auf die Stärke des Befalls zu. Auf die Mechanik des Eingrabens der Käfer wurde in einer Laboratoriumsuntersuchung näher eingegangen.

Mehrere Käfer wurden in Glaszylinder, die bis zur Hälfte mit Erde angefüllt waren, eingebracht; ferner wurden von der Oberfläche aus mehrere Löcher mit einem Durchmesser von 5 mm in die Erdschicht eingedrückt. Zum Einbohren in den Boden nutzen die Käfer jeweils die schon vorhandenen Löcher aus. Die Käfer beginnen, sich mit dem Kopf voran senkrecht in den Erdboden einzugraben, dabei stemmen sich die noch außerhalb des Bodens befindlichen Extremitäten, kräftig Widerstand suchend, ab. Die eigentliche Grabarbeit erfolgt durch die vorderen und mittleren Beinpaare. Die Hinterextremitäten werden zunächst spitzwinkelig vom Körper abgespreizt. Durch diese so entstandene Lücke werden die ausgegrabenen Erdpartikel unter Zuhilfenahme der ersten beiden Beinpaare nach oben befördert. Darauf werden die Hinterextremitäten ausgestreckt eng an den Körper angelegt. Bei weiterem Eingraben fallen zumeist die nach oben beförderten Erdpartikel über dem Bohrloch zusammen, so daß z. B. die Oberfläche eines locker aufgeschütteten Erdreiches keine Spuren der Grabarbeit mehr erkennen läßt.

Untersuchung über die Variationsbreite des Körpergewichts der Käfer im Verlauf der Gesamtflugperiode

Nach Beendigung eines jeden Flugtages erfolgte Auswägung der Käfer zur Feststellung des jeweiligen Durchschnittsgewichtes. Während der Flugperioden 1950—1951 konnten folgende Durchschnittsgewichte ermittelt werden:

Männchen = 217 mg Extremwerte: 160 mg — 253 mg
Weibchen = 267 mg Extremwerte: 210 mg — 325 mg.

Bei den täglichen Wägungen wurde ein jeweilig wechselnder Prozentsatz von Kümmerformen angetroffen, bei welchen — durch Einzelwägung — Extremwerte etwa um 100 mg festgestellt werden konnten. Dieses Auftreten von Kümmerformen bedeutete für die weiterhin vorzunehmenden Untersuchungen eine beträchtliche Fehlerquelle. Dazu konnte außerdem beobachtet werden, daß die Männchen einen prozentual höheren Anteil von Kümmerformen als die Weibchen aufweisen. Der Vergleich der einzelnen Gewichtsdaten im Verlauf der Flugperiode 1951 führte zu folgender Feststellung:

Wie schon bereits durch Beobachtungen erwiesen war, nehmen die Männchen — bei intensiver Flugtätigkeit — bis zum Beginn der Sexualperiode keine Nahrung auf. Auf Grund dieser Tatsache war von vornherein anzunehmen, daß die Männchen während der Praesexualperiode eine sukzessive Dezimierung des Körpergewichtes aufweisen mußten. Das Ergebnis der einzelnen Wägungen bestätigte diese Annahme (siehe Tabelle 1). Die Tatsache, daß der Kurvenverlauf nicht in allen Tabellenpunkten dieser Feststellung entspricht, war bedingt durch zwei Fehlerquellen.

1. konnte die Anzahl der auftretenden Kümmerformen im Wägungsergebnis nicht berücksichtigt werden und
2. war durch die Variabilität des jeweiligen Fangergebnisses nicht immer eine konstante Zahl von Käfern zur Ermittlung des Durchschnittsgewichtes zur Verfügung.

Tabelle 1

Tag	Anzahl ♂♂	Anzahl ♀♀	∅ Gewicht ♂♂	∅ Gewicht ♀♀
25. 4.	28	·	234 mg	
26. 4.	26	—	232 „	—
30. 4.	36	—	225 „	—
1. 5.	73	2	212 „	275 mg
2. 5.	50	4	224 „	275 „
3. 5.	110	2	202 „	225 „
5. 5.	105	1	218 „	—
6. 5.	31	2	212 „	210 „
7. 5.	36	1	217 „	250 „
8. 5.	18	2	218 „	275 „
11. 5.	26	2	222 „	240 „
12. 5.	25	2	236 „	270 „
13. 5.	27	2	228 „	265 „
14. 5.	—	—	—	—

Für die Witterungsbedingungen der Flugperiode 1951 liegen folgende Daten vor:

Tabelle 2

Tag	Temperatur in °C	rel. Luftf. in %	Windst. in m/s	Windr.	Bewölk. in 1/10
18. 4. 51	—	81	C	—	5
19. 4. 51	12,0	80	4	E	9
20. 4. 51	—	—	—	—	—
21. 4. 51	6,0	71	4—5	E	2
22. 4. 51	7,0	73	1	E	1
23. 4. 51	7,0	91	C	—	1
24. 4. 51	—	—	—	—	—
25. 4. 51	6,0	65	C	—	0
26. 4. 51	14,0	95	5	WSW	10
27. 4. 51	—	—	—	—	—
28. 4. 51	6,5	88	3	W	9
29. 4. 51	6,0	90	C	—	7
30. 4. 51	3,5 ! !	91	1	NE	8
1. 5 51	10,5	95	1	ENE	0
2. 5. 51	12,0	95	1	E	3
3. 5. 51	14,0	94	3	ENE	3
4. 5. 51	—	—	—	—	—
5. 5. 51	7,5	97	1	W	4
6. 5. 51	8,6	91	1	E	2
7. 5. 31	15,5	98	1	SW	10
8. 5. 51	8,5	96	1	W	4
9. 5. 51	—	—	—	—	—
10. 5. 51	—	—	—	—	—

Die Anzahl der gefangenen Käfer wurde in vorliegender Tabelle nicht berücksichtigt, da die Größe des jeweiligen Fangergebnisses — durch die Unmöglichkeit, eine mechanische Fangvorrichtung zu benutzen — keinerlei Rückschlüsse auf die Flugintensität ergehen hätte (siehe auch Tabelle 3).

Tabelle 3

Tag	Lufttemperatur in °C	Bodentemperatur in °C	rel. Luftfeuchtigkeit in %	Bewölkung 1/10	Windstärke in m s	Windrichtung
20. 4. 50	8,5	—	96	6	2	W
22. 4. 50	8,0	—	72	7	C	
25. 4. 50	3,5	6,5	82	5	2	SW
28. 4. 50	7,5	4,0	98	10	4	SW
29. 4. 50	14,5	6,0	97	0	1	W
1. 5. 50	9,5	17,0	91	3	C	—
3. 5. 50	11,0	12,0	92	9	C	—
6. 5. 50	6,5	—	96	3	1	W
7. 5. 50	8,5	12,0	88	–	1	NE
9. 5. 50	15,0	16,0	98	3	3	E
10. 5. 50	12,0	16,0	90	3	5	NE
11. 5. 50	7,0	17,0	98	0	C	—
12. 5. 50	8,5	18,0	96	0	1	NE
13. 5. 50	11,0	16,0	87	0	1	NE
15. 5. 50	7,0	11,0	96	0	3	NE
18. 5. 50	13,0	12,0	98	8	C	—

Entwicklungsdauer

Für den Beobachtungszeitraum 1949—1951 konnte im Auftrittsgebiet Ingelheim—Wallertheim für *Rhizotrogus aestivus* nach den bisherigen Untersuchungen eine Entwicklungsdauer von 3 Jahren festgestellt werden.

Eine exakte Untersuchung der Entwicklungsdauer wurde dadurch erschwert, daß eine Beobachtung der einzelnen Häutungen nicht möglich war und Nachgrabungen im Freiland auf Anbauflächen nur in Ausnahmefällen während der Vegetationsperiode vorgenommen werden konnten. Die einzige Handhabe für die Feststellung des jeweiligen Larvenstadiums bildet lediglich die Messung der Kopfkapselbreite und zwar ist hier die Heranziehung mehrerer Meßreihen erforderlich, da die Kopfkapselbreite selbst eine gewisse Streuung innerhalb der einzelnen Stadien aufweist, deren Variationsbreite bis zu 0,6 mm betragen kann.

Nach erfolgter Eiablage im Mai beträgt die Eidauer 30—40 Tage. Bei Nachgrabungen im Juni konnten jeweils unter Einbeziehung der Eilarve E_1 drei Engerlingsstadien festgestellt werden (E_1, E_2, E_3). Weiterhin konnte jedoch zum Zeitpunkt der Verpuppung beobachtet werden, daß nicht alle E_3 in die Verpuppung eintreten, so daß für einen Teil der E_3 ein Überliegen angenommen werden kann. Die Verpuppung beginnt Anfang August (im Beobachtungsjahr 1950 am 7. 8.), die Puppenruhe beträgt etwa 2—3 Wochen. Nach einer Imaginalruhe von 8 Monaten beginnt das aktive Imaginalstadium mit dem Auftreten der Käfer im April.

Eine endgültige Feststellung der Gesamtentwicklungsdauer war in dem Beobachtungszeitraum nicht möglich, zudem Laboratoriumsuntersuchungen auf diesem Sektor keinerlei Aufschlüsse geben.

Vergleichende Beobachtung im Befallsgebiet Weiler

Da der Beginn des Käferfluges in Weiler (Hunsrück) im Vergleich zum Auftreten der Käfer in Ingelheim, bedingt durch die zu große Entfernung zwischen beiden Orten nicht festgestellt werden konnte, haben die Beobachtungen des Käferfluges im Befallsgebiet Weiler nur bedingten Wert. Es konnte jedoch an diesem Beispiel die Tatsache erhärtet werden, daß die Lebensweise des Käfers jeweils durch seinen Biotop bedingt ist. Vor allen Dingen zeigt sich auch hier wieder die Abhängigkeit des Flugbeginns der Gesamtflugperiode vom Klima des jeweiligen Standortes. Für den Hunsrück kann generell gesagt werden, daß die Vegetation im Vergleich zum Befallsgebiet um Ingelheim um etwa 3—4 Wochen zurückliegt. Diese Tatsache drückt sich auch augenscheinlich im Verhalten der Käfer aus. In Weiler konnte zu einem Zeitpunkt (16. 5. 1950) zu dem im Befallsgebiet Ingelheim die Flugperiode fast beendet war ein reger Käferflug und intensive Kopulations- und Fraßtätigkeit festgestellt werden.

Beiliegende Tabelle gibt einen Überblick über die Temperaturdifferenz beider Auftrittsorte.

Wetterstation	Monat		
	April 1949	Mai 1949	April 1950
Rh. Mainz	12,6 °C 29,2 mm	13,7 °C 101,2 mm	8,4 °C 53,7 mm
Rh. Ingelheim	12,6 °C 38,1 mm	14,0 °C 126,5 mm	8,9 °C 71.4 mm
Hr. Erbeskopf	8,1 °C 41,0 mm	8,2 °C 74,9 mm	3,1 °C 111,4 mm
Hr. Sargenroth	10,9 °C 25,6 mm	11,3 °C 95,9 mm	5,9 °C 74,6 mm
Hr. Blankenr.	10,2 °C 28,4 mm	11,2 °C 69,7 mm	5,9 °C 189,6 mm

Die angeführten Temperaturdaten sind Durchschnittswerte der Monate April—Mai 1949—1950. (Darunter Niederschlagsmenge in mm.)

. . . aus Witterungsberichte für Rheinland—Pfalz der Wetterämter Seelbach b. Lahr und Neustadt a. d. Haardt.

Kopulation

Die, während des Beobachtungszeitraumes 1950, erste im Freiland festgestellte Kopulation datiert bereits vom 21. 4., dem 2. Tag des Auftretens. Während dieses Zeitraumes findet jedoch noch kein Kopulationsflug statt. Die Kopulation erfolgt hier am Boden bzw. auf Gräsern und Kräutern der Dammflora.

Erst später, wenn das Auftreten der Weibchen ein Maximum erreicht hat, findet ein ausgesprochener Kopulationsflug statt, bei dem die Käfer nahegelegene Busch- und Baumgruppen anfliegen. Über die Art der Kopulation konnte folgendes festgestellt werden:

1. Vor Auslösung des eigentlichen Kopulationsfluges finden vereinzelte Kopulationen am Boden statt. Die Käfer nehmen dazu eine horizontale Lage ein. Dabei umfaßt das Männchen mit den Tarsen des 1. Extremitätenpaares den Vorderrand des Pronotum der Weibchen. Die anderen Beinpaare klammern sich fest an das Abdomen der Weibchen an.
2. Nach Beginn des Kopulationsfluges findet die Kopulation auf nahegelegenen Büschen und Bäumen statt. Hierzu wird in der Regel eine vertikale Stellung bevorzugt; dabei umfassen — im Gegensatz zur anfangs beschriebenen Art der Kopulation, durch die veränderte Lage — die Tarsen des 1. Extremitätenpaares der Männchen den hinter dem Pronotum sich seitwärts vorwölbenden Rand der Elytren.

Diese beiden Kopulationshaltungen konnten jeweils bei horizontaler und vertikaler Lage unterschieden werden. Soweit im Laboratoriumsversuch bei Kopulationsbeobachtungen genügend große Käfige zur Verfügung stehen, kann jeweils vor Beginn der Kopulation ein Schwirren bzw. kurzes Auffliegen festgestellt werden. Der Eintritt der Kopulation geht schnell vonstatten, da die Weibchen generell ein träges Verhalten zeigen. Wie sich aus dem bisher Gesagten ergibt, unterscheidet sich die Kopulation bei „*Rhizotrogus*“ in hohem Maße in Art und Weise von der Kopulation bei „*Melolontha*“.

Während der Kopulation kann deutlich eine rhythmische Peristaltik des Penis der Männchen festgestellt werden. Die Dauer der Kopulation ist sehr variabel, sie schwankt zwischen 28 und 40 Min. Eine mechanische Trennung der kopulierenden Käfer bewirkt trotz fester Haftung der Paramere kein Abreißen des Penis. Nach der Trennung wird die Kopulation sofort weitergeführt, ohne daß dadurch ein Überschreiten der beobachteten Maximaldauer (40 Min.) festzustellen gewesen wäre.

Eiablage

Da eine Beobachtung im Freiland nur sehr schwer möglich war, mußten für die Eiablage von vornherein günstige Laboratoriumsbedingungen geschaffen werden.

Nach der Auswertung des jeweiligen Fangergebnisses wurden die Weibchen isoliert und mit einer gleichen Anzahl von Männchen zur Kopulation gebracht und anschließend folgenden Versuchsbedingungen unterworfen:

a) Aufbewahrung der Käfer in Glaszylindern, die bis zur Hälfte mit Erde angefüllt und mit Fraßpflanzen beschickt waren. Aufstellung im Labor bei Zimmertemperatur unter Abschluß des Tageslichtes. Es erfolgte keine Eiablage.

b) Aufbewahrung der Käfer in Hygrostatenschalen unter Zugabe von Fraßpflanzen und Abschluß des Tageslichtes.
Es erfolgte keine Eiablage.

c) Einige Glaszylinder wurden bis zum oberen Rand in den Erdboden eingesenkt und mit Erde gefüllt, die von Grabungen auf den Befallsflächen stammte. In Analogie zu gleichen Versuchen mit *„Melolontha"* wurde überdies die untere Erdschicht bis zu einer Höhe von 10 cm fest angedrückt, um den Käfern in jeder Hinsicht günstige Bedingungen zur Eiablage zu schaffen. Die untere Öffnung des Zylinders wurde von vornherein mit einem Drahtnetz abgeschlossen, dann die Käfer — je ein Käferpaar — mit Fraßpflanzen versehen, darauf ein gleich großer Zylinder gesetzt, dessen obere Öffnung wiederum mit einem Drahtnetz versehen war. Es erfolgte Eiablage (Abb. 9).

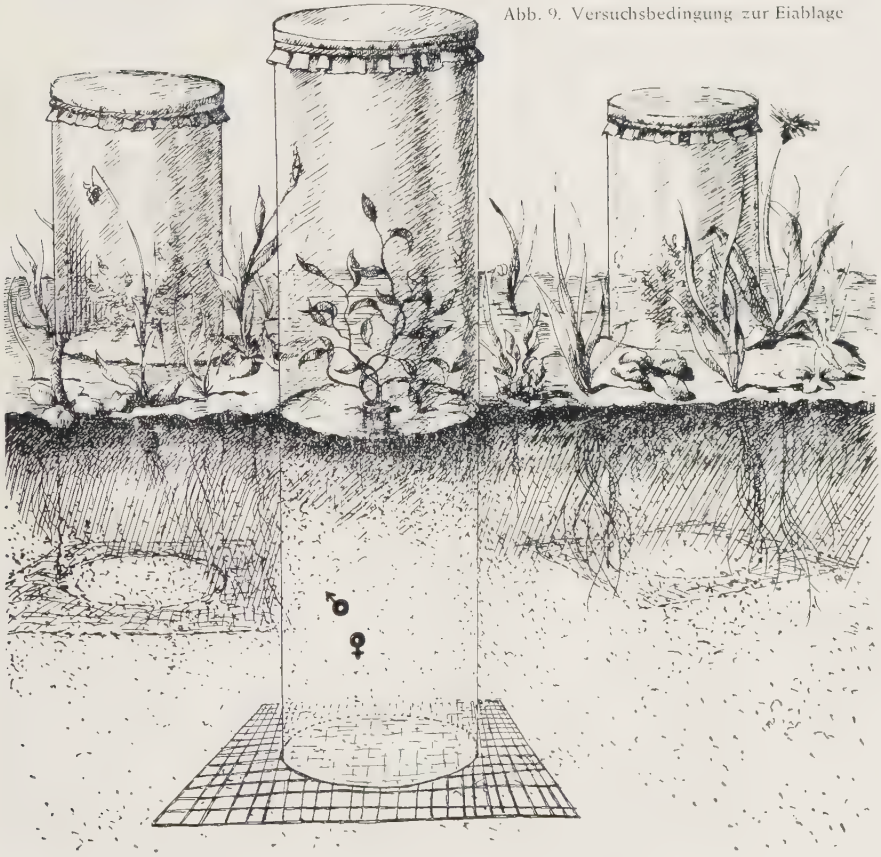


Abb. 9. Versuchsbedingung zur Eiablage

Zu Versuchsanordnung „c" muß bemerkt werden, daß von 20 angesetzten Zylindern nur in 5 Fällen eine Eiablage verzeichnet werden konnte, obwohl diese Methode praktisch Freilandbedingungen entsprach.

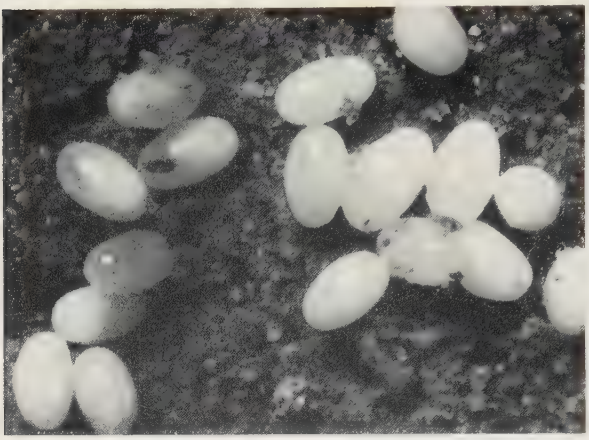


Abb. 10. Eier von „*Rhizotrogus aestivus*"

Besonderer Wert wurde darauf gelegt, bei der Versuchsanordnung „b" zu einem positiven Ergebnis zu gelangen. Durch das Scheitern dieser Methode ergaben sich von vornherein einige unangenehmeKonsequenzen, da durch die Unmöglichkeit den genauen Zeitpunkt der Eiablage anzugeben, im Anschluß nur noch mit relativen Werten gearbeitet werden konnte. Finden die Weibchen zum Zeitpunkt der Eiablage keine günstigen Bedingungen vor, so erfolgt keine Eiablage, die Käfer sterben bald darauf ab (Abb. 10).

Die Eier werden im Gegensatz zur Eiablage bei „*Melolontha*" einzeln abgelegt. Sie finden sich regellos verteilt in Tiefen zwischen 5 cm bis 30 cm. Auffallend ist das häufige Vorkommen von Eiern in kleinen Erdklümpchen. Durch diesen Umstand war die Auszählung der Eier besonders erschwert. Insgesamt wurden in den 5 Glaszylindern 106 Eier ausgezählt, was einer durchschnittlichen Eiablage von etwa 21 abgelegten Eiern pro Weibchen entspricht. Durch Präparation eines eiablagebereiten Weibchens konnte festgestellt werden, daß die Gesamtkapazität eines Tieres 32 Eier beträgt. Die Form der Eier ist zumeist oval, teilweise konnten jedoch auch runde und bohnenförmige Anomalien angetroffen werden. Die durchschnittliche Größe beträgt 2,1 mm zu 3,1 mm. Als Durchschnittsgewicht konnte 3,28 mg errechnet werden. Die Farbe der Eier variiert zwischen weiß und hellgrau.

Die Untersuchungen ergaben fernerhin, daß die Weibchen nach der Eiablage absterben, sie fanden sich in den Versuchsgefäßen bei einem schichtweisen Abtragen der Erdmenge jeweils am Boden der Versuchsgefäße.

Einfluß von Licht und Feuchtigkeit auf die Eier von *Rhizotrogus aestivus*

Unter den gegebenen Möglichkeiten wurde der Einfluß von Licht und Feuchtigkeit auf Eier von *Rhizotrogus aestivus* untersucht.

Es mag an dieser Stelle nochmals darauf hingewiesen werden, daß die Eientwicklung (Eidauer) allein abhängig ist von der Temperatur. Der jeweilige Zustand der Feuchtigkeit ist lediglich bestimmend für die Extreme: Entwicklung — Mortalität. Durch das Fehlen eines Brückenthermostaten war es daher nicht möglich, die Abhängigkeit der Eidauer von variierenden Temperaturen zu untersuchen. Eine präzise Bestimmung des Ialters war nicht gegeben, da eine Festlegung des Beginns der Eiablage eine mehrmals am Tage vorgenommene Kontrolle verbunden mit Nachgrabungen erfordert

hätte und eine Eiablage außerhalb des Erdbodens, selbst unter sorgfältigsten Laboratoriumsbedingungen, nicht zu erreichen war. Bei der Lebensweise von *Melolontha* ist das Einbohren der Weibchen in den Erdboden ein Zeichen für den Beginn der Eiablage, im Gegensatz zu *Rhizotrogus*, wo jeweils nach Beendigung der Flugzeit ein Einbohren der Käfer beobachtet werden konnte.

Da sich ein häufiges Nachgraben erfahrungsgemäß sehr ungünstig auf den Lebensablauf der Käfer auswirkt, ließ sich die Eidauer unter Freilandbedingungen vergleichsweise nur auf den letzten Tag des beobachteten Käferfluges beziehen.

Die Untersuchungen erstreckten sich auf folgende Versuchsbedingungen:

1. Aufbewahrung in Schalenhygrostaten, 100% rel. Luftfeuchtigkeit, Lichtabschluß.
2. Aufbewahrung in Schalenhygrostaten, 92% rel. Luftfeuchtigkeit, Lichtabschluß.
3. Aufbewahrung in Petrischale offen, rel. Luftfeuchtigkeit 72%.
4. Aufbewahrung auf Pappfilz in Petrischale, der constant feucht gehalten wurde, den Eiern somit eine direkte Berührung mit der Feuchtigkeit bot.
5. Aufbewahrung in Schalenhygrostaten, 100% rel. Luftfeuchtigkeit, constante Lichteinwirkung.
6. Aufbewahrung im Erdboden unter normalen Bedingungen.

Die Innenversuche wurden in einem temperaturconstanten Raum bei einer Temperatur von 24° C. und einer rel. Luftfeuchtigkeit von 72% (bezieht sich nur auf Versuchsbedingung 3.) durchgeführt. Temperatur und Luftfeuchtigkeit wurden laufend mit einem Thermo-Hygrographen überwacht. Die Durchschnittswerte der Bodentemperaturen für die Versuchsbedingungen 6. und 7. im Freiland sind in der Tabelle enthalten.

Tabelle 4

Tag	rel. Luftf. 100% dunkel	rel. Luftf. 92% dunkel	Petrischale offen	Pappfilz	rel. Luftf. 100% hell	nat. Bed.
24. 5.	10	10	10	10	10	10
26. 5.	10	7 (3)	7 (3) +	10	10	10
30. 5.	10	10 +	10 +	10	9 (1)	10
31. 5.	10	10 +	10 +	10	8 (2)	10
1. 6.	10	10 +	10 +	10	8	10
2. 6.	10	10 +	10 +	10	7 (3)	10
3. 6.	10	10 +	10 +	10	5 2 + 3 g	10
4. 6.	9 1 g	10 +	10 +	10	5 2 + 3 g	10
5. 6.	7 3 g	10 +	10 +	10	5 2 + 3 g	10
6. 6.	3 7 g	10 +	10 +	9 1 g	5 2 + 3 g	10
7. 6.	2 8 g	10 +	10 +	8 2 g	4 2 + 4 g	10
8. 6.	2 8 g	10 +	10 +	5 5 g	2 4 + 4 g	10
9. 6.	1 9 g	10 +	10 +	5 5 g	2 4 + 4 g	10
10. 6.	1 9 g	10 +	10 +	4 6 g	2 4 + 4 g	10
13. 6.	1 + 9 g	10 +	10 +	4 6 g	2 4 + 4 g	10

Die festgestellten Ergebnisse weichen nicht wesentlich von analogen Versuchen mit „*Melolontha*“ ab. Generell kann festgestellt werden, daß die Eier von „*Rhizotrogus*“ für ihre Entwicklung eine hochgradige Feuchtigkeit benötigen. Bei Versuchsbedingung 2 und 3 zeigen sich bereits nach 4 Tagen letale Folgen. Die abgestorbenen Eier sind unelastisch weich, was auf eine Austrocknung des Chorion zurückzuführen ist.

Fraßtätigkeit der Imagines

Über die Fraßtätigkeit der Imagines war bisher nichts bekannt; es mag an dieser Stelle lediglich eine Literaturangabe von OHAUS (1923) angeführt werden: . . . OHAUS berichtet auch über diese Art, daß er sie nie habe fressen sehen und nicht zum Fressen habe bringen können . . .

Auch der neueren Literatur — vor allen Dingen der Literatur aus der angewandten Entomologie — waren keinerlei Angaben über Fraßschäden zu entnehmen, so daß von vornherein angenommen werden konnte, daß der Fraßtätigkeit der Imagines im Vergleich zur Fraßtätigkeit der Engerlinge keine wirtschaftliche Bedeutung zukommt, sie also keineswegs als ausgesprochene Schädlinge anzusehen sind.

Die vorgenommenen Untersuchungen erstreckten sich hauptsächlich auf die zweite Hälfte der Gesamtflugperiode. Während der ersten Hälfte der Gesamtflugperiode konnte nur vereinzelt Fraßtätigkeit an Gräsern und Kräutern festgestellt werden ... *Chrysanthemum leucanthemum, Galium verum* und *Rosa spez.* Ein ausgesprochenes Schadbild trat nicht in Erscheinung.

Die Fraßtätigkeit während der zweiten Hälfte der Gesamtflugperiode wurde durch Laboratoriumsuntersuchungen sowohl qualitativ als auch quantitativ erfaßt. Diese experimentellen Untersuchungen führten anfangs nicht zu den gewünschten Ergebnissen. Hierbei kamen folgende Methoden zur Anwendung:

1. Eine Anzahl von Käfern wurde im Freiland in Drahtkäfigen gehalten, die mit einer Auswahl von Futterpflanzen beschickt waren. Es erfolgte kein Fraß.
2. Käfer wurden im Gewächshaus in Glaszylindern gehalten, die bis zur Hälfte mit Erde gefüllt waren und Futterpflanzen enthielten. Es erfolgte kein Fraß.

Versuchsanordnungen der letzteren Art wurden nach verschiedenen Richtungen hin ausgebaut (Veränderung von Temperatur und rel. Luftfeuchtigkeit) ohne daß ein Erfolg zu verzeichnen war. Ähnliche methodische Schwierigkeiten mögen OHAUS zu der Aussage verleitet haben, daß bei *„Rhizotrogus aestivus"* im Imaginalstadium keinerlei Nahrungsaufnahme stattfindet.

Die einzige Methode, den Käferfraß quantitativ voll zu erfassen, bestand in folgender Anordnung:

Eine Petrischale wurde bis zur Hälfte mit destilliertem Wasser angefüllt und oben mit Müller-Gaze abgedeckt. Auf die Gaze wurde eine konstante Anzahl von Käfern gebracht, dazu kamen einige Blätter verschiedener Fraßpflanzen, deren Stiele sich in mit Wasser gefüllten Glasröhrchen befanden, um ein vorzeitiges Welken (Transpirationsverlust) zu verhindern. Den oberen Abschluß bildete eine Schale gleicher Größenordnung. Damit war in der oberen Schalenhälfte eine Konstanz von 100% rel. Luftfeuchtigkeit gewährleistet. Die Größe der Blattfläche wurde jeweils vorher errechnet.

In jeden dieser sogen. Schalenhygrostaten wurden jeweils 10 Käfer und eine annähernd gleichgroße Blattfläche ein und derselben Futterpflanze gegeben.

Eine zweite Methode, die später zur Anwendung kam, sah statt der ganzen Blätter, kreisrunde, gestanzte Blattabschnitte vor, bei der die Größe bzw. das Gewicht der Blattfläche durch das Stanzverfahren von vornherein in etwa gegeben war. Zur ersten Methode wurde bei Fehlen eines Planimeters die Größe der Fläche vor und nach dem Fraß durch Auszählen der Millimeterquadrate ermittelt. Bei der zweiten Methode wurde der Fraßanteil durch die Gewichtsdifferenz festgestellt.

Die zweite Methode hat gegenüber der ersten den Nachteil, daß die Blattflächen relativ schnell welken und aufrollen, bietet jedoch rein arbeitsmäßig den Vorteil, daß die Größenordnung der Blattfläche von vornherein gegeben ist. In beiden Versuchsanordnungen wurden die Schalen — in Anlehnung an Freilandverhältnisse — im Dunkeln aufbewahrt.

Die einzelnen Versuchsreihen zeigten folgende Ergebnisse:

1. Methode: Schalenhygrostaten, rel. Luftfeuchtigkeit 100%, Zimmertemperatur, dunkle Aufbewahrung, ganze Blätter, Erfassung des Fraßquantums durch Auszählen der Millimeterquadrate.

An Futterpflanzen wurden gereicht: *Salix caprea, Populus nigra, Humulus lupulus, Quercus robur, Prunus insititia, Ulmus laevis, Pirus malus.*

Nach erfolgtem Fraß ergab die Erfassung des Fraßanteils umgerechnet auf 1000 mm² Blattoberfläche bei:

Quercus rob.	533 mm²	Fraß = 53,3%
Ulmus laev.	392 mm²	Fraß = 39,2%
Salix capr.	264 mm²	Fraß = 26,4%
Prunus ins.	139 mm²	Fraß = 13,9%
Pirus mal.	32,5 mm²	Fraß = 3,3%
Populus nigr.	15,6 mm²	Fraß = 1,6%
Humulus lup.	——— kein Fraß ———	

2. Methode: Schalenhygrostaten, rel. Luftfeuchtigkeit 100%, Zimmertemperatur, dunkle Aufbewahrung, kreisrund gestanzte Blattfläche, gewichtmäßige Erfassung des Fraßquantums.

An Futterpflanzen wurden gereicht: *Acer campestre, Tilia ulmifolia, Evonymus europaea, Syringa vulgaris, Crataegus monogyna, Medicago sativa.*

Nach erfolgtem Fraß ergab die gewichtsmäßige Erfassung des Fraßquantums umgerechnet in %-Fraßanteil bei:

Acer camp.	= 85,9%
Tilia ulm.	= 77,4%
Evonymus europ.	= 66,2%
Syringa vulg.	= 63,9%
Crataegus monog.	= 62,0%
Medicago sat.	= 44,0%.

Bei diesen Untersuchungen sollte lediglich ein vergleichender Überblick gegeben werden.

Auch sollen die angeführten Zahlen keineswegs zu der Annahme verleiten, daß die Käfer etwa als ausgesprochene Schädlinge z. B. an Eiche, Ahorn etc. angesehen werden könnten.

Einmal wurde bereits festgestellt, daß die Imagines auch ohne Fraß eine vollständige Entwicklung durchlaufen, zum anderen steht die Intensität des Auftretens der Käfer selbst in stark befallenen Gebieten in keinem Vergleich zu der, nahe verwandter Arten wie z. B. „*Melolontha melolontha*", „*Amphimallus solstitialis*" etc.

Ökologische Grundlagen und vergleichende Besprechung von Literaturangaben anderer Autoren über „*Rhizotrogus aestivus*"

Zum besseren Verständnis einiger Kapitel der vorliegenden Arbeit, die sich mit der Abhängigkeit einzelner Umweltsfaktoren auf den Lebensablauf von „*Rhizotrogus aestivus*" befassen, weiterhin zur Besprechung einiger Aussagen von OHAUS und deren ökologischer Grundlage erscheint es notwendig zu diesem Punkt — im Rahmen der Arbeit — Stellung zu nehmen.

In vorliegenden Kapiteln wurde die Abhängigkeit einzelner Umweltsfaktoren auf die Lebensweise der Käfer untersucht; für jeden Laboratoriumsversuch, der über den Lebensablauf eines Tieres aussagen soll, ist jedoch die grundlegende Kenntnis der ökologischen Faktoren Voraussetzung.

Diese Faktoren, z. B. Einfluß von Luft- und Bodentemperatur, rel. Luftfeuchtigkeit, Lichtintensität etc., sind wohl für die Lebensweise von primärer Bedeutung, sollen jedoch niemals als allein bestimmend aufgefaßt werden. Das Holocoen ist ein dynamisches System und wirkt als Beziehungsgefüge mit der Gesamtheit aller ökologischer Faktoren, dem sogen. ökologischen Einheitsfaktor auf den Lebensablauf der betreffenden Tierart (FRIEDERICHS 1937).

OHAUS z. B. schreibt in seiner Arbeit „Über die Lebensweise der einheimischen Blatthornkäfer" ... (1923)

1. ... er habe die Käfer nie fressen sehen und habe auch im Insektarium die Käfer niemals zum Fressen bringen können ...
2. ... er habe im Darm der Käfer niemals pflanzliche Bestandteile feststellen können ...

Also, folgert er, gibt es im Lebensablauf der Käfer keinen Reifungsfraß, die Individualentwicklung ist beim Auftreten des Käfers zur jährlichen Flugperiode bereits abgeschlossen. Da diese Angaben bereits weiter oben ausführlich behandelt worden sind, soll hier nur noch einmal im Zusammenhang darauf eingegangen werden. Bei der Präparation mehrerer Käfer konnten in jedem Fall Nahrungspartikel im Darmkanal festgestellt werden. Ob diese Feststellung jedoch für die Gesamtdauer der Flugperiode zutrifft, vor allen Dingen für die ersten Tage des Auftretens, ist damit jedoch nicht erwiesen. Daß eine Weiterentwicklung der Käfer ohne Fraß möglich ist — jedoch nicht die Regel darstellt —, wurde in den vorangehenden Kapiteln bereits bestätigt. Aussagen über die Biologie und Ökologie einer Tierart können jeweils nur aus Freilanduntersuchungen geschlossen werden, es sei denn, man habe die Möglichkeit im Laboratorium Freilandbedingungen zu schaffen. So war es bei vorliegenden Untersuchungen selbst während der eigentlichen Fraßperiode der Käfer nur unter Einhaltung aller erforderlichen ökologischen Bedingungen möglich, im Laborversuch eine Fraßtätigkeit zu beobachten. Weiterhin schreibt OHAUS ...

3. ... er habe niemals Kopulationen beobachten können ...

Dazu kann gesagt werden, daß nach dem Hauptauftreten der Weibchen in der Sexualperiode Kopulationsbeobachtungen die Regel sind. Beim Leuchten mit der Handlampe findet man in Auftrittsgebieten abends Bäume und Sträucher voll von kopulierenden Paaren. Allerdings darf man nicht erwarten, Feststellungen dieser Art schon zu Beginn der Flugperiode treffen zu können.

Auch werden Käfer im Insektenzuchtkasten niemals ohne weiteres in eine Kopulation eintreten. Erst nach Beginn der abendlichen Aktivitätsperiode, bei Einhaltung der im Freiland gemessenen Temperaturen und Feuchtigkeitsgrade, bei natürlicher Lichtdosierung können auch im Labor Kopulationen ausgelöst werden. Als Letztes wird...

4. ... angeführt, daß die Verpuppung der Engerlinge bereits Mitte Juni beginnt, wie sich aus Beobachtungen im Insektenzuchtkasten ergeben hätte.

Eine derartige Beobachtung benötigt jedoch wiederum unbedingt eine Bestätigung aus dem Freiland. Das vom Verfasser häufig beobachtete unmotivierte Auftreten von Puppen im sogen. Engerlingskasten deutet auf Verschlechterung bzw. Änderung der Lebensverhältnisse hin und braucht als „Notverpuppung" nicht mit dem Beginn der eigentlichen Verpuppungsperiode zusammenfallen. Bei eigenen Nachgrabungen wurden die ersten Puppen Anfang August festgestellt, so daß die Angabe von Ohaus nicht auf Allgemeingültigkeit zu beruhen braucht.

Aus den angeführten Punkten heraus ergibt sich, daß bei der Fixierung biologischer und ökologischer Daten einer Tierart, die Berücksichtigung der Freilandverhältnisse unbedingt erforderlich ist und selbst diese sich jeweils nur auf den betreffenden Biotop zu beziehen brauchen.

Messung der Kopfkapselbreite bei Engerlingen

Sowohl für die Definition der Engerlinge überhaupt als auch für die Unterscheidung der einzelnen Stadien ist die Messung der Kopfkapsel von großer Bedeutung. Eine größenmäßige Feststellung der Körperlänge ist gerade bei Engerlingen schlecht anwendbar, weil der gekrümmte Habitus eine exakte Messung nicht gestattet, zum anderen wirkt sich der jeweilige Ernährungszustand sehr stark auf die Größe des Engerlings aus. Bei den durchgeführten Messungen konnte an Engerlingen gleichen Alters zwischen Normalernährten und ohne jede Nahrung gehaltenen Engerlingen eine Größendifferenz bis zu 1/3 der Gesamtkörpergröße festgestellt werden.

Die Durchschnittswerte für die Kopfkapselbreite der einzelnen Stadien ergeben sich wie folgt:

Engerling	I. Stadium	= 1,5 mm
Engerling	II. Stadium	= 2,6—2,7 mm
Engerling	III. Stadium	= 4,1—4,2 mm
		bzw. 4,5 mm

Da der Zeitpunkt der Häutungen nicht festgelegt werden konnte, muß die Frage — ob die Engerlinge III vor der Verpuppung einer nochmaligen Häutung unterliegen oder ob die Kopfkapsel-Werte im Gegensatz zu jüngeren Stadien — eine ausgedehntere Variationsbreite zeigen — offen bleiben.

Wanderung der Engerlinge

Über die einzelnen Phasen der Fortbewegung ist von mehreren Autoren, vor allen Dingen mit *„Melolontha melolontha"*, bereits sehr viel erarbeitet worden, so daß an dieser Stelle nicht näher darauf eingegangen werden soll. Begründet durch die Analogie des Bauplanes zeigt die Larve von *„Rhizotrogus aestivus"* keine wesentlichen Abweichungen in Art und Weise der Fortbewegung von *„Melolontha"*.

Sämtliche Beobachtungen der Engerlingswanderungen ergaben sich bei Freilandgrabungen und Kontrollen am Engerlingsrahmen. Die Haltung der Tiere im Engerlingsrahmen birgt von vornherein eine Anzahl von Fehlerquellen, die zunächst einmal ausgeschaltet werden mußten. Da sich die Untersuchungen über mehrere Wochen erstreckten, mußte vor allen Dingen Wert darauf gelegt werden, die Feuchtigkeit innerhalb des Engerlingsrahmens konstant zu halten. Außerdem mußte — abgesehen von den Kontrollen — jeglicher Lichteinfluß vermieden werden, da die Engerlinge ein negativ phototaktisches Verhalten zeigen.

Aus diesem Grunde wurde der Engerlingsrahmen im Freiland in den Erdboden eingesenkt und weiterhin mit einer wasserdichten Plane abgedeckt. Die Temperaturen wurden täglich mit Hilfe eines eingesenkten Thermometers kontrolliert.

Die Ausmaße des Engerlingsrahmens beliefen sich auf:

Breite = 1,00 m Höhe = 0,60 m Zwischenraum: Mittelwand — Glasscheibe = 0,015 m.

Ein nach dieser Bauweise angefertigter Engerlingsrahmen hat naturgemäß den Nachteil, daß eine Kontrolle der Engerlingswanderung nur in zweidimensionaler Richtung erfolgen kann. Eine Versuchsanordnung wie sie z.B. von ENE (1942) gebracht wird, um die einzelnen Phasen der räumlichen Wanderung zu erfassen, konnte hier nicht angewendet werden.

Für die letzten Wochen vor Beginn des Frühjahrsaufstieges ergab sich folgendes Bild:

Tag	Temperatur	Strecke E_1	Strecke E_2
13. 3. 50	4,2°	19,7 cm	29,5 cm
15. 3. 50	7,7°	11,2 cm	15,5 cm
19. 3. 50	9,8°	6,9 cm	7,5 cm
22. 3. 50	10,5°	8,6 cm	3,5 cm
23. 3. 50	10,4°	11,4 cm	9,4 cm
25. 3. 50	9,5°	4,3 cm	2,7 cm
26. 3. 50	10,3°	4,5 cm	4,5 cm
28. 3. 50	9,6°	11,3 cm	1,5 cm

Beginn des Frühjahrsaufstieges (Abb. 11).

Die Ausbreitungsgeschwindigkeit bzw. Laufstrecke des Engerlings in einer bestimmten Zeiteinheit soll nur im Vergleich zu den Untersuchungen von SCHWERDFEGER (1939) angeführt werden. SCHWERDFEGER gibt z. B. für einen Engerling von *„Melolontha"* eine Laufstrecke von 5,8 cm in der Zeiteinheit von 12 Std. an. Aus der vorliegenden Tabelle ergibt sich für E_1 in einem Zeitraum von 24 Std. eine Laufstrecke von 11,4 cm, für E_2 eine Strecke von 9,4 cm (22. 3. auf 23. 3. 50). Somit kann für den Engerling von *„Rhizotrogus aestivus"* etwa eine gleiche Laufgeschwindigkeit festgestellt werden.

Spezielle Untersuchungen über die Abhängigkeit der Laufgeschwindigkeit von Temperatur und Körpergröße wurden hier nicht durchgeführt, so daß hinsichtlich dieser Faktoren kein Vergleich zu den Untersuchungen SCHWERDFEGERS gezogen werden kann.

Physiologie

Untersuchungen über den Geruchsinn der Engerlinge

Zur Feststellung des Geruchsinnes bei Engerlingen waren in ihrer Anwendung zunächst zwei Untersuchungsmethoden möglich.

Einmal konnte vom Mittelpunkt eines Kreises aus die Wanderung der Engerlinge zu peripher aufgestellten Pflanzen beobachtet und quantitativ festgestellt werden, zum anderen konnte im Olfaktometer (nach GÖTZ) die Reichweite bzw. Intensität des olfaktorischen Sinnes ermittelt werden.

Wie sich herausstellte, konnte durch keine der beiden Untersuchungsmöglichkeiten ein positives Ergebnis erarbeitet werden. Bereits ENE weist in seiner Arbeit darauf hin, daß die Wanderungen der Engerlinge während der Vegetationsperiode richtungslos sind und damit ein Anlockreiz der Pflanze auf den Engerling fortfällt. Diese Annahme wurde bekräftigt durch folgende olfaktometrische Untersuchungen. Die Arbeiten mit dem GÖTZschen Olfaktometer wurden bei völliger Dunkelheit ausgeführt, um eine Beeinflussung durch Lichtreize auszuschalten. Das Olfaktometer wurde mit sterilem Sand angefüllt, so daß keinerlei Nebeneinwirkungen durch etwa vorhandene pflanzliche Partikel auftreten konnten.

Eine gleichmäßige Luftströmung wurde durch einen regulierbaren Windmotor erreicht. Selbst bei Ausschaltung aller dieser störenden Faktoren konnten keine eindeutigen Versuchsergebnisse — selbst bei kürzestem Gefäßabstand — erreicht werden. Die Endergebnisse der Versuchsreihen zeigten etwa ebensoviel positive wie negative Wanderungen (Abb. 12).

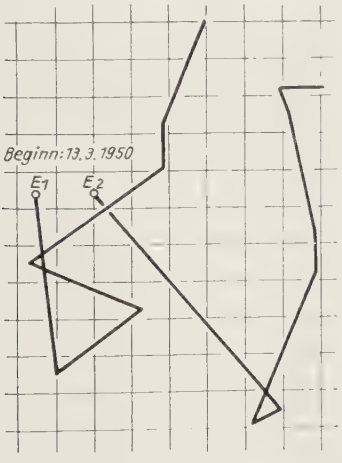


Abb. 11. Wanderung der Engerlinge

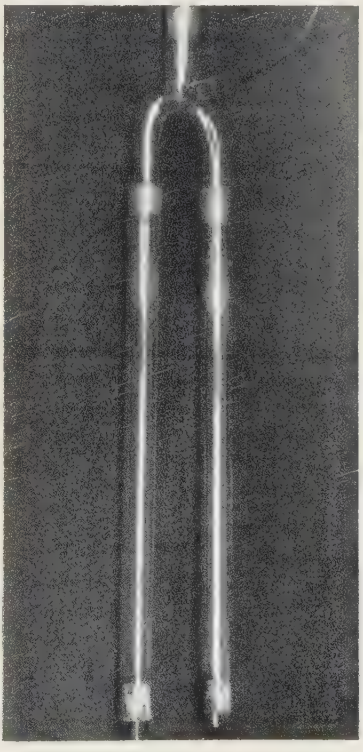


Abb. 12. Olfaktometer nach Götz

Ein weiterer Beweis für die Richtungslosigkeit der Engerlingswanderung scheint auch in Form und Ausbildung des Schadbildes einer Befallstelle gegeben, das mit seinem herdförmigen, kreisrunden Aussehen die Annahme einer nicht-zielgerichteten Ausdehnung erklärlich macht.

Bei einer weiteren Untersuchungsmethode wurden 15 Engerlinge in einen Pflanzkasten gesetzt, der bis zum oberen Rand mit Erde angefüllt war. Der Kasten war bis zu ¾ seiner Länge durch eine Scheidewand in zwei Hälften geteilt. Diese Versuchsanordnung sollte weniger quantitativ als überhaupt grundsätzlich Feststellungen hinsichtlich eines Lockreizes der Pflanze ermöglichen. Eine der so entstandenen Kammern wurde mit Zuckerrüben bepflanzt, während die andere ohne Bewachsung blieb. Der Kasten wurde, gemäß der jahreszeitlichen Bodendurchschnittstemperatur bei 12° C konstant gehalten. Bei der Kontrolle nach acht Tagen wurde festgestellt:

Ausgangsraum:	13 Engerlinge
Bepfl. Raum:	1 Engerling
Unbepfl. Raum:	1 Engerling

Das Ergebnis dieser Methode bestätigt die Resultate der vorangegangenen Untersuchungen.

Da die Entwicklung der Engerlinge — auf Grund ihres geringen Ausbreitungsvermögens — an einen begrenzten Lebensraum gebunden ist, scheint eine gute Ausbildung des Geruchsinnes nicht lebensnotwendig.

Phototaxis der Engerlinge

Dem Vorhandensein eines Lichtsinnes war besonders in ökologischer Hinsicht größere Bedeutung beizumessen. Lichtsinnesorgane — etwa in Form von Ocellen — treten bei Lamellicornierlarven nicht auf.

Die Schwierigkeit der Versuchsanordnung bestand darin, das Licht als Reiz zu isolieren. Eine vertikale Versuchsanordnung im Sinne eines Einbohrens der Engerlinge in den Erdboden bei Beleuchtung — Fortfall des Einbohrens bei Beschattung mußte abgelehnt werden, da bei dieser Methode Nebeneinwirkungen wie: Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse des Erdbodens im Gegensatz zum Außenmedium, außerdem der Berührungsreiz *(Thigmotaxis)* der umgebenden Erdpartikel auf den grabenden Engerling im Gegensatz zur freien Lage auf dem Erdboden, als nicht zu isolierende Reize nur unklare Versuchsergebnisse zuließen.

Die einzige Möglichkeit einer Versuchsanordnung bestand darin, die Engerlinge auf einer harten Unterlage, horizontal von einem beleuchteten Feld zu einem dunklen kriechen zu lassen. Um etwaige olfaktorische Reize auszuschließen, mußten die Engerlinge auf einen sterilen Untergrund, der keinerlei pflanzliche Partikel enthielt, gesetzt werden. Daß die horizontale Bewegung auf fester Grundlage — die ein Einbohren als Ausweichreaktion verhindert — auf Kosten der natürlichen Lokomotion geht, mußte in Kauf genommen werden. Die Versuche erfolgten zunächst in einem Glaszylinder (Länge 30 cm, ⌀ 5 cm), dessen eine Hälfte mit schwarzem Papier umgeben war. Da diese Anordnung eine Fortbewegung nur in zwei Richtungen zuläßt, wurden die folgenden Versuche in einer Petrischale vorgenommen. Der Deckel der Petrischale wurde ebenfalls mit schwarzem Papier beklebt, die Schale selbst (Höhe 4 cm, ⌀ 20 cm) war mit einer 5 mm hohen sterilen Sandschicht bedeckt, die durch Anpressen auf den Untergrund ein Einbohren der Engerlinge verhinderte. Diese Anordnung hatte außerdem den Vorteil,

daß der Versuch durch Drehen des Deckels um 180° beliebig oft rücklaufend wiederholt werden konnte, ohne daß die Versuchsbedingungen durch Eingreifen (Rückführung der Engerlinge in die Ausgangslage) gestört werden mußten.

Die Beleuchtung erfolgte durch eine 100 W Lampe, die 2 m oberhalb der Schalen angebracht war. Die Temperaturen zwischen beleuchteter und unbeleuchteter Fläche wiesen keine Differenz auf. Die Schalen wurden jeweils mit 25 Engerlingen beschickt. Es ließen sich zwei Fortbewegungsarten unterscheiden, wie sie auch im Freiland (z. B. nach Umpflügen) beobachtet werden konnten. Einmal erfolgte die Bewegung in seitlicher Lage durch Einkrümmung und Streckung des Körpers, zum anderen kriechen die Engerlinge auf ihren Beinpaaren, wobei das Abdomen passiv nachgezogen wird.

Das Erreichen der dunklen Fläche nimmt durch die geschaffene Versuchsbedingung einen längeren Zeitraum in Anspruch. Bei den angestellten Versuchen betrug die Zeitdauer minimal $2.^{13h}$, maximal $3.^{34h}$, wobei sich die direkte Strecke von Versuchsausgangslage zu Grenze Helldunkelfeld auf 10 cm belief. Nach dieser Zeitdauer befanden sich sämtliche Engerlinge im beschatteten Feld, der Umkehrversuch zeigte das gleiche Ergebnis. Die Daten der einzelnen Versuche (Zeitdauer der zurückgelegten Strecke in Min.) sind von keinerlei Bedeutung, da einmal das Wandern vom beleuchteten Feld zur beschatteten Fläche nicht in direkter Richtung erfolgt und die Fortbewegung unter den beschriebenen Forderungen nicht natürlichen Bedingungen entspricht. Im gleichen Sinne wurde auch die Untersuchung einer Abhängigkeit der Lichtintensität von der Zeitdauer der zurückgelegten Strecke der Wanderung nicht berücksichtigt. Sinn und Ziel der Untersuchung bestand lediglich darin, unter Ausschaltung aller übrigen Faktoren, das Vorhandensein eines Lichtsinnes nachzuweisen. Hierbei wurde einwandfrei ein negativ phototaktisches Verhalten der Engerlinge festgestellt.

Einfluß verschiedener Werte relativer Feuchtigkeit auf Engerlinge von „*Rhizotrogus aestivus*"

Durch das Fehlen eines Brückenthermostaten bzw. das Fehlen einer genügenden Anzahl temperaturkonstanter Räume, war es hier — wie auch später bei der Untersuchung der Imagines — nicht möglich, den Einfluß der Temperatur auf den Lebensablauf der larvalen Stadien zu untersuchen. Die Versuchsanordnung über den Einfluß relativer Feuchtigkeit auf Engerlinge mußte abweichend von der sonst gebräuchlichen Methode der Eigenart des Untersuchungsobjektes angepaßt werden. Eine Untersuchung in dem von Götz entwickelten kreisförmigen Brückenhygrostaten mußte für die vorliegenden Untersuchungen abgelehnt werden, da die Bewegung der Engerlinge außerhalb ihres eigentlichen Biotops zu vielen unnatürlichen Bedingungen unterworfen ist (siehe Phototaxis).

Somit blieb als einzige Möglichkeit die Methode von Zwölfer. Zur Regulierung der Luftfeuchtigkeit wurden gesättigte Salzlösungen verwandt, da eine Anwendung von Schwefelsäurelösungen verschiedener Konzentration für die Arbeit mit Engerlingen nicht geeignet ist.

Die Bezugnahme auf gewichts- und größenmäßige Veränderung mußte abgelehnt werden, da der Einfluß des — besonders bei niedrigen Feuchtigkeitsprozenten — zu erwartenden Sterblichkeitsfaktors auf die zu errech-

nenden Durchschnittswerte eine erhebliche Fehlerquelle bedeuten würde. Die Beziehung auf einen letalen Ausfall konnte bei der begrenzten Aufnahmemöglichkeit von 10 Engerlingen pro Schale durch oft wiederholte Versuche ausgeglichen werden.

Nach ZWÖLFER wurden die Versuche in einem dunklen, temperaturkonstanten Raum durchgeführt. Die Schalenhygrostaten hatten einen Durchmesser von 15 cm und eine Höhe von 3 cm je Schalenwandung. Der Boden der Schale war mit Filtrierpapier ausgekleidet, die Schalenwandung wurde eingefettet, um ein Überkristallisieren zu verhindern. Der Schalenunterteil war mit Seidengaze bespannt. Eine Fütterung der Tiere konnte bei der ausschließlichen Wurzelnahrung der Engerlinge nicht durchgeführt werden. Der zur Verfügung stehende Raum wurde auf 23° C konstant gehalten. Damit ergaben sich für die verschiedenen Salze folgende Luftfeuchtigkeitsprozente:

Phosphorpentoxyd	P_2O_5	0%	rel. Luftfeuchtigkeit
Zinkchlorid	$ZnCl_2$	17%	„ „
Calziumchlorid (krist.)	$CaCl_2$	31%	„ „
Calziumnitrat	$Ca(NO_3)_2$	54%	„ „
Natriumchlorid	NaCl	74%	„ „
Kaliumnitrat	KNO_3	92%	„ „
Aqua dest.	H_2O	100%	„ „

Tag	P_2O_5 0%	$ZnCl_2$ 17%	$CaCl_2$ 31%	$Ca(NO_3)_2$ 54%	NaCl 74%	KNO_3 92%	Aqua dest. 100%
16. 7.	10	10	10	10	10	10	10
17. 7.	1,9	4,6 +	8,2 +	6,4 +	7,3 +	8,2 +	4,6 +
18. 7.	0,10 +	2,8 +	6,4 +	4,6 +	5,5 +	4,6 +	1,9 +
19. 7.	0,10 +	0,10 +	5,5 +	3,7 +	4,6 +	2,8 +	1,9 +
20. 7.	0,10 +	0,10 +	4,6 +	3,7 +	2,8 +	2,8 +	1,9 +
21. 7.	0,10 +	0,10 +	4,6 +	3,7 +	2,8 +	2,8 +	0,10 +
22. 7.	0,10 +	0,10 +	2,8 +	2,8 +	2,8 +	1,9 +	0,10 +
23. 7.	0,10 +	0,10 +	1,9 +	1,9 +	0,10 +	1,9 +	0,10 +
25. 7.	0,10 +	0,10 +	1,9 +	1,9 +	0,10 +	1,9 +	0,10 +
26. 7.	0,10 +	0,10 +	0,10 +	1,9 +	0,10 +	0,10 +	0,10 +

Die Untersuchungen über den Einfluß der rel. Luftfeuchtigkeit ergaben für die Engerlinge eine hochgradige Variationsbreite. Diese Feststellung des euryhygren Verhaltens geht parallel mit vorliegenden Freilanduntersuchungen und Beobachtungen. Eine Haltung von Engerlingen über eine längere Zeitdauer ist in ausgesprochenen Sandböden ebenso gut möglich, wie in schweren Lehmböden. Ein kurzfristiger Aufenthalt in verschlemmten Böden wird ebenfalls ertragen.

Stoffwechselphysiologische Untersuchungen

A. *Die Wasserstoffionenkonzentration des Darmkanals der Engerlinge*

Für das Verständnis der enzymatischen Prozesse im Darmkanal ist die Kenntnis der pH-Werte von großer Bedeutung. Untersuchungen an Lamellicornierlarven sind bisher lediglich bei *„Oryctes nasicornis“* durch WIEDEMANN durchgeführt worden. Unter Verzicht auf eine spezifische pH-Wert-Bestimmung beschränkt er sich jedoch lediglich auf eine grobe Feststellung der Reaktion des Milieus.

Für die vorliegenden Untersuchungen kam folgende Methode in Frage: Zur Ermittlung der Wasserstoffionenkonzentration stehen grundsätzlich zwei Methoden zur Verfügung; einmal die kolorimetrische, zum anderen die elektrische. Die kolorimetrische Feststellung war von vornherein ungeeignet, da der Darmkanal der Larve eine Färbung aufweist. Die Möglichkeit, mit dem WULFF'schen Folienkolorimeter zu arbeiten, war wegen der zu geringen Menge des Untersuchungsmaterials nicht gegeben. Aus diesen Gründen wurde die potentiometrische Methode vorgezogen.

Die elektrische Messung des Darm-pH birgt den Vorzug größter Genauigkeit, weiterhin der Unabhängigkeit von Trübungen. Zur pH-Messung bei vorliegenden Untersuchungen wurde das Ionometer nach LAUTENSCHLÄGER verwendet. Als Bezugselektrode wurde eine Calomeltauchelektrode benutzt. Die Vorteile der Chinhydronelektrode sind: 1. rasche Messungen, 2. Erfassung selbst kleinster Flüssigkeitsmengen. Der Nachteil der Chinhydronelektrode besteht darin, daß nur bis zu einem Bereich von pH 9 gemessen werden kann, da bei einem höheren pH-Wert das Chinhydron eine Umwandlung in braune Oxydationsprodukte erfährt, die durch ihre saure Reaktion eine exakte Messung verbieten. Eine Pufferung der Lösung muß jedoch immer gewährleistet sein. Diese Voraussetzung ist bei biologischem Material, wie es der Darmkanal des Engerlings darstellt, immer gegeben. Bei der geringen Menge des Untersuchungsmaterials mußte die von SWINGLE beschriebene Mikromeßmethode angewandt werden. Dazu war jedoch ein Umbau der Calomelbrücke notwendig. Die Bezugselektrode verbleibt in ihrer ursprünglichen Lage, während die Platinelektrode in horizontaler Lage eingerichtet wird. Ein Tropfen des Untersuchungsmaterials wird unter Zugabe einer Spur Chinhydron auf die Elektrode gebracht. Der Kontakt mit der Meßbrücke wird durch ein U-förmiges Glasrohr hergestellt, dessen einer Schenkel zu einer Kapillare ausgezogen war. Das Glasrohr selbst ist mit KCl-Agar angefüllt. Die (weiter oben beschriebene) Anatomie des Darmkanals der Engerlinge machte es notwendig, folgende Abschnitte zu untersuchen.

1. Mitteldarm
2. Dünndarm
3. Dickdarm
4. Rectum

Zur Messung gelangten jeweils nur Engerlinge ein und desselben Stadiums, die bis zu Beginn der Untersuchungen unter gleichen Verhältnisse gleiche Haltung, gleiche Ernährung) aufbewahrt wurden.

Im Verlauf der einzelnen Meßreihen ergaben sich folgende Durchschnittswerte:

1. Mitteldarm	pH 6,86	pH 6,96	pH 7,11
2. Dünndarm	pH 6,80	pH 7,07	pH 7,15
3. Dickdarm	pH 8,03	pH 8,20	pH 8,32
4. Rectum	pH 7,23	pH 7,36	pH 7,50

Bei den vorliegenden Werten sind die Temperaturkorrekturen bereits einbezogen. Die pH-Werte des Mitteldarms, welcher als sekretorischer Darmabschnitt anzusehen ist, weisen gegenüber denen des Dünndarms nur geringe Unterschiede auf. Der Umschlag vom sauren zum alkalischen Bereich erfolgt im Dickdarm, der sich — wie bereits erwähnt — durch eine reichhaltige Bakterienflora auszeichnet und damit als Stätte bakteriell-enzymatischer Prozesse anzusehen ist; hier findet eine Vergärung der Cel-

lulose statt. Die pH-Werte bewegen sich in den bisher bei Insekten festgestellten Bereichen (STAUDENMAYER).

B. *Enzymatische Untersuchungen des Darmkanals der Engerlinge*

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit sollte lediglich das Vorhandensein von Verdauungsfermenten und ihre Verteilung im Darmkanal festgestellt werden, ohne weitere speziell fermentchemische Untersuchungen anzuschließen, da dies für das Verständnis der Ernährungsweise der Engerlinge notwendig war.

Nach Abtötung der Larven erfolgte trockene Präparation und Isolierung des Darmkanals. Die Herstellung des Fermentextraktes geschah durch Aufbewahrung der einzelnen Darmabschnitte in einem Glyzerin-Wassergemisch (1 : 1) 24 Stunden bei einer Temperatur von + 2° C. Weiterhin ist die Reaktion des Milieus von großer Bedeutung für die Fermentwirkung, da die einzelnen Verdauungsenzyme verschiedene Reaktionsoptima besitzen. Aus diesem Grunde mußten die Extrakte auf einen bestimmten pH-Bereich gepuffert werden. Hierzu kamen folgende Puffergemische nach SÖRENSEN zur Verwendung:

pH 1,1—4,5 Salzsäure — Natriumcitrat
HCl 0,1 n., Natriumcitrat 0,1 m. (21,008 g Zitronensäure-Monohydrat plus 200 ccm 1,0 n NaOH im Liter)
pH 5,0—8,0 prim. Kaliumphosphat — sec. Natriumphosphat
$^1/_{15}$ m. 9,078 g KH_2PO_4 im Liter
$^1/_{15}$ m. 11,876 g $Na_2PO_4 \cdot H_2O$ im Liter

Bei der Präparation war zu beachten, daß der Fettkörper sorgfältig vom Darm abgetrennt wurde, da im Fettkörper beträchtliche Mengen von Lipase und anderen wie z. B. kateptischen Komponenten von Proteasen enthalten sind (DUSPIVA).

Amylase

Als Substrat für die Ermittlung von Carbohydrasen dienen Kohlehydrate. Im Hinblick auf die pflanzliche Ernährung der Engerlinge kam hier nur Stärke in Frage. Als Maßstab für die Wirkung der Amylase wurde die verschiedene Intensität der Blaufärbung nach Zugabe von LUGOL'scher Lösung verwendet. Daneben war ein Vergleich zu zahlreichen Kontrollen möglich.

Gepuffert wurde in einem Bereich von pH 1,1—pH 8,0 in Intervallen von $^5/_{10}$ pH. Dieser Bereich wurde deshalb gewählt, weil die bei Insekten wirksamen Amylasen in schwach saurem Bereich auftreten. Jede einzelne Probe enthielt 1 ccm Pufferlösung, 1 ccm Darmextrakt und 1 ccm Substrat. Auf Grund der Versuchsreihen ergab sich einwandfrei die Anwesenheit eines kohlehydratspaltenden Enzyms. Die einzelnen Darmabschnitte zeigten folgendes:

Reaktionsoptimum Mitteldarm + Dünndarm	pH 6,5
Reaktionsoptimum Dickdarm	pH 7,0—7,5
Reaktionsoptimum Rectum	pH 7,0.

Lipase

Als Substrat für die Ermittlung fettspaltender Fermente im Darm der Engerlinge diente Tributirin. Beim Vorhandensein von Lipase werden die

Buttersäuren vom Glyzerinkörper abgespalten und säuern das Milieu an. Diese freiwerdenden Carboxylgruppen wurden dann mit n/50 NaOH gegen Phenolphtalein als Indicator titriert. Als Kontrolle diente ein Ansatz, in welchem das Ferment durch Erhitzen über 70° C zerstört worden war. Die Mengen des Versuchs bestanden aus: 1 ccm Substrat, 1 ccm Tributirin und 1 ccm Pufferlösung.

Hierbei ergab sich folgender Verbrauch an NaOH:

	Ferment	zerstörtes Ferment
Mitteldarm	0,315 ccm	0,210 ccm
Dickdarm	0,315 ccm	0,210 ccm
Rectum	0,175 ccm	0,140 ccm

Aus der Übersicht geht einwandfrei hervor, daß ein fettspaltendes Ferment im Darmkanal des Engerlings vorhanden ist.

Proteolytische Fermente

Bei diesen Untersuchungen diente als Substrat Carminfibrin. Dieses wird bei der Anwesenheit von proteolytischen Fermenten verdaut. Dabei wird das vom Fibrin umschlossene Carmin frei, so daß die Rotfärbung der Lösung die Anwesenheit proteolytischer Fermente beweist.

Hierbei ergaben sich folgende Daten:

Reaktionsoptimum Mitteldarm + Dünndarm ..	pH 4,5—5,0 pH 6,5
Reaktionsoptimum Dickdarm	pH 3,5—4,0—4,5 pH 5,5—6,0
Reaktionsoptimum Rectum	pH 4,0—4,5—5,0 pH 6,0

Es erfolgte ganz einwandfrei eine Lösung des Carmins. Damit ist die Existenz eines proteolytischen Komplexes erwiesen. Die Optima wurden durch die Intensität der Färbung bestimmt und sind aus obiger Tabelle zu ersehen.

Auftreten der Engerlinge als Schädlinge im Ackerbau

Bei den Untersuchungen über die Lebensweise von *„Rhizotrogus aestivus“* wurde in besonderem Maße das Verhalten der Engerlinge als Schädlinge im Ackerbau beachtet. Die Schadwirkung der Imagines ist im Vergleich dazu nur gering. Einmal ist, wie die Untersuchungen gezeigt haben, eine Weiterentwicklung der Käfer (Kopulation, Eiablage, Eientwicklung) auch ohne Fraß möglich, zum anderen handelt es sich, wie die Fraßversuche ergaben, bei dem Befall — abgesehen von *„Prunus“*, *„Pirus“* und *„Quercus“* — nicht um Kulturpflanzen.

Weder in der Literatur noch durch Anfragen bei verantwortlichen Instituten, Anstalten und Ämtern konnte das Auftreten von Schädigungen durch Imagines nachgewiesen werden.

Im Gegensatz dazu ist der Engerling von *„Rhizotrogus aestivus“* — besonders im letzten Stadium — als gefährlicher Schädling im Ackerbau aufgetreten.

Daß die Schadwirkung der Engerlinge bislang nur geringe Beachtung gefunden hat, liegt wohl darin begründet, daß das Auftreten der Käfer endemisch gebunden ist; andererseits mag durch systematische Unkenntnis

und die sich daraus ergebende ungenaue bzw. falsche Definition vielfach der Engerling von „*Melolontha*" als Urheber der betreffenden Schädigung bezeichnet worden sein.

Dazu muß weiterhin angeführt werden, daß eine Beschreibung des Engerlings von „*Rhizotrogus aestivus*" in der verfügbaren Literatur bisher nicht erfolgte. Weder SUBKLEW noch KORSCHEFSKI geben in ihren Bestimmungstabellen eine ausführliche Beschreibung des Engerlings. Dazu kommt, daß sich die Abbildungen der vorliegenden Bestimmungstabellen jeweils auf das letzte larvale Stadium beziehen und somit eine genaue Definition der Engerlinge jüngerer Stadien ausschließen. Die Anordnung der Dörnchenreihe, Größe und Ausbreitung des umgebenden Borstenfeldes, Art und Ausbildung der verschiedenen Borsten des Analsegments weisen bei einigen Lamellicornierarten im Verlauf ihrer praeimaginalen Entwicklung erhebliche Unterschiede auf.

Das Auftreten des Schädlings wurde zunächst im Gebiet Gau-Weinheim — Wallertheim (Pfalz) festgestellt. Die Schädigungen betreffen in erster Linie Anbaurüben und zwar Futter- oder Runkelrübe und Zuckerrübe.

Beobachtungen und Nachgrabungen auf einem engerlingsverseuchten Feld, welches im Anschluß an eine Bestellung mit Runkelrüben, als nächste Fruchtfolge Gerste aufwies, zeigten weder bei den häufigen Kontrollen, noch im Ernteertrag eine Verminderung, welche durch eine Schadwirkung der Engerlinge hätte erklärt werden können, obwohl bei Probegrabungen keine Verminderung der Befallsstärke festgestellt wurde. Runkelrüben sind im Vergleich zu Zuckerrüben hinsichtlich der Schädigung durch Engerlinge sehr viel weniger resistent, so daß bei einem etwa gleich starken Engerlingsauftreten auf Runkelrübenfeldern ein sehr viel größerer Ausfall nachweisbar ist (Abb. 13, 14).

Abb. 13. Schadherd auf Rübenfeld

Abb. 14. Schädigungsstufen an Zuckerrüben

Das Schadbild zeigt je nach Stärke des Befalls einen kreisförmigen Herd verschiedenen Ausmaßes. Neben kleineren Stellen, in denen nur wenige Pflanzen befallen sind, zeigen sich größere Herde mit einem Durchmesser bis zu 10 m. Mit Vorliebe werden die Haarwurzeln der Hauptwurzelspitze abgefressen, in seltenen Fällen findet man jedoch auch Fraßschäden an Nebenwurzeln. Ein direkter Fraß im Rübenkörper (*„Melolontha"*) konnte jedoch niemals festgestellt werden. Die abgefressenen Stellen der Wurzelspitze nehmen bald darauf ein schwarzes Aussehen an. Der Fraß an der Rübe erstreckt sich etwa bis zu $^1/_3$ der Wurzel. Bald darauf wandern die Engerlinge ab und gehen zur nächsten Pflanze über; so fanden sich bei Nachgrabungen Engerlinge nur im Verlauf der Reihen.

Im Bereich der Befallsherde lassen sich drei Schädigungsstufen unterscheiden:

1. Die Blätter zeigen ein gelb-bräunlich, welkes Aussehen und liegen schlaff dem Erdboden an.
2. Die Blattspreite hängt schlaff längs des Hauptnerven herab; die noch grünen Blätter sind weit nach außen umgebogen und liegen mit ihrer Spitze dem Boden auf.
3. Bei ansonst gesundem Aussehen ist der seitliche Rand der Blattspreite mehr oder weniger stark nach innen eingebogen.

Durch Untersuchungen ergab sich, daß Schadbilder der zuletzt beschriebenen Art bereits dann auftreten, wenn der Engerling einen Bereich von etwa 1 cm längs der Wurzelspitze abgefressen hat (Abb. 15).

Beim Ausgraben wurden im Durchschnitt an einer Pflanze 3—4 Engerlinge gezählt. Weiterhin wurde eine Fläche von 25 m² etwa 40 cm tief umgegraben; die Ausbeute betrug 82 Engerlinge III. Der Anteil von Engerlingen jüngerer Stadien belief sich bei den bisher erfolgten Grabungen auf etwa 5% der Gesamtzahl. Bei den vorliegenden Fällen scheint der Hinblick auf den Anbau

Abb. 15. Schadbild an Zuckerrübe

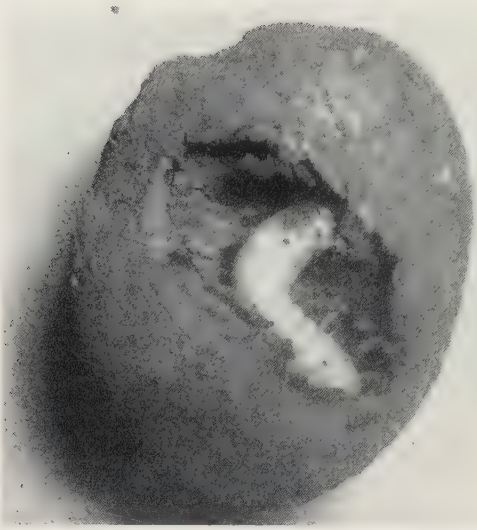


Abb. 16. Engerling III in Kartoffel

der vorhergehenden Jahre besonders interessant. Durch Nachfragen ergab sich, daß die befallenen Felder jeweils zwei Jahre zuvor mit Luzerne bestanden waren.

Es scheint nun, daß die Engerlinge bei einem Anbau von Luzerne besonders günstige Entwicklungsbedingungen vorfinden; z. B. fällt bei der Bestellung mit Luzerne der Herbstumbruch fort. Es konnte beobachtet werden, daß dicht benachbarte Rübenfelder, bei denen ein anderer Anbauwechsel nachgewiesen werden konnte, nur geringfügigen bzw. überhaupt keinen Befall aufwiesen. Daß eine Eiablage jedoch nicht nur an Luzernefelder gebunden ist, zeigt das Auftreten von Engerlingen [1] auch auf den befallenen Rübenäckern.

Bereits nach Abschluß der Arbeit wurde ein starker Engerlingsbefall an Kartoffeln gemeldet. Die Engerlinge fressen sich in die Kartoffel hinein und höhlen die Knolle von innen aus, so daß am Schadbild in der Regel nur die Einbohröffnung auffällt (Abb. 16).

Zusammenfassung

I. Einleitung

1. Vorliegende Arbeit ist ein Beitrag zu einer Monographie im Rahmen der angewandten Entomologie.
2. Schwierigkeiten während der Durchführung der Arbeit ergaben sich vor allen Dingen durch das Fehlen von Literaturhinweisen. Dadurch ergab sich weiterhin die Forderung, unter Verzicht auf ein spezielles Eingehen auf einzelne Faktoren, zunächst nur eine Grundlage, hauptsächlich in biologisch-ökologischer Hinsicht zu schaffen.

II. Anatomie und Morphologie

1. Es wird kurz auf die Anatomie und Morphologie von Engerlingen und Imagines hingewiesen. Da die Larve bisher nicht beschrieben worden ist und die Imagines durch häufigen Wechsel in der systematischen Stellung und Auftreten von Synonymen, verbunden mit mehreren gleichlautenden Vulgärnamen eine genaue Definition — vor allen Dingen Abgrenzung gegenüber nahe verwandten Arten — verlangen, bedurfte es einer grundlegenden Beschreibung.
2. Der Darmkanal der Engerlinge unterscheidet sich gegenüber nahe verwandten Arten sowohl im Verlauf als in Form und Art der Anhangsdrüsen, Blindsäcken etc. Im Mitteldarm konnte ein häufiges Auftreten von Gregarinen festgestellt werden.

3. Der Dickdarm (Gärkammer) weist eine reichhaltige Bakterienflora auf. Die Färbung eines Bakterienausstriches ergab GRAM-positive Diplococcen und GRAM-negative Stäbchen.

III. Biologie und Ökologie

1. Das zahlenmäßige Verhältnis der Geschlechter beträgt — entgegen anderen Aussagen — nach Auszählen der primären Erdkäfer 50 : 50 (Männchen zu Weibchen).
2. Als auslösende Faktoren des abendlichen Fluges bestehen
   a) Tageshelligkeit
   b) rel. Luftfeuchtigkeit
   c) Temperatur
   d) Rhythmus
3. Flugbeeinträchtigende Faktoren:
   a) Temperatur
   b) rel. Luftfeuchtigkeit
   c) Windstärke
4. Der jeweilige Beginn der abendlichen Flugzeit verläuft synchron mit zunehmender Jahreszeit.
5. Lebensweise der Käfer: Die Käfer sind Dämmerungsflieger. Ihr erstes Auftreten erfolgt im letzten Drittel des Monats April. Die Käfer halten sich tagsüber im Boden auf. Es konnten im Lebensablauf der Käfer zwei Perioden unterschieden werden:
   a) Praesexualperiode mit Suchflug (Protandrie), geringe Flughöhe bei begrenztem Areal
   b) Sexualperiode intensive Kopulations- und Fraßtätigkeit.
   Die Käfer hinterlassen beim Eingraben in den Erdboden keine ausgeprägten Bohrlöcher (im Gegensatz zu „*Melolontha*").
6. Für die Männchen konnte ein Durchschnittsgewicht von 217 mg (Extremwerte 160—253 mg)
   für die Weibchen ein solches von 267 mg
   (Extremwerte 210—325 mg) festgestellt werden.
   Weiterhin konnte ein häufiges Auftreten von Kümmerformen beobachtet werden (100 mg).
7. Die Entwicklungsdauer wird nach den bisherigen Untersuchungen auf drei Jahre festgesetzt.
8. Während der Kopulationsperiode können zwei verschiedene Kopulationshaltungen festgestellt werden.
9. Die Eiablage erfolgt in einer Tiefe zwischen 5—30 cm, die Eier werden einzeln abgelegt, nach der Eiablage sterben die Weibchen ab.
10. Die Eier erfordern eine hochgradige Feuchtigkeit.
11. Die Fraßtätigkeit der Imagenes ist wirtschaftlich unbedeutend. Bevorzugt werden vor allen Dingen: Ahorn, Eiche, Ulme, Linde.
12. Es wird zu einigen Aussagen von OHAUS über die Lebensweise der Käfer Stellung genommen.
13. Die Messung der Kopfkapselbreite der Larven ergab drei Engerlingsstadien. Die gemessenen Werte variieren besonders im letzten Stadium um 4 mm.
14. Für den Frühjahrsaufstieg wurde als begrenzende Temperatur 10° C festgestellt. Die Laufgeschwindigkeit der Engerlinge zeigt gegenüber den Engerlingen von „*Melolontha*" keine wesentliche Abweichung.

IV. Physiologie

1. Der Geruchssinn der Engerlinge ist wenig entwickelt.
2. Die Engerlinge sind negativ phototaktisch.
3. Die Engerlinge zeigen ein euryhygres Verhalten.
4. Feststellungen des Darm-pH der Engerlinge ergaben Werte zwischen 6,80—8,32.
5. Das Vorhandensein von KHD-, fett- und eiweißspaltenden Fermenten konnte im Darmtraktus der Engerlinge bewiesen werden.
6. Der Engerling ruft hochgradige Schäden an Rüben und Kartoffeln hervor.

Literaturverzeichnis

Bach, Käferfauna für Nord- und Mitteldeutschland mit besonderer Berücksichtigung der preußischen Rheinlande. Koblenz, 1851.

Brenske, Die Melolonthiden der palaearctischen und orientalischen Region im königlichen Museum zu Brüssel. Mem. Soc. ent. Belg. Brüssel, 1894.

Burmeister, Handbuch der Entomologie, Bd. IV., Berlin, 1855.

Ene, Experimentaluntersuchungen über das Verhalten des Maikäferengerlings (Melolontha spez.). Z. ang. Ent., Bd. 29 (1942).

Escherich, Die Forstinsekten Mitteleuropas. Bd. III, Berlin, 1931.

Friederichs, Oekologie als Wissenschaft von der Natur (BIOS 7). Leipzig, 1937.

Greis, Die Krankheiten und Beschädigungen der Zuckerrübe. Berlin, 1942.

Heidermanns, Grundzüge der Tierphysiologie. Jena, 1933.

Junk-Schenkling, Coleopterorum Catalogus, Scarabaeidae, Melolonth. Berlin, 1912—1913.

Korschefski, Bestimmungstabelle der häufigsten deutschen Scarabaeidenlarven. Arb. über angew. u. physiol. Entomol. Bd 7., Nr. 1 (1940).

Kotte, Krankheiten und Schädlinge im Obstbau und ihre Bekämpfung. Berlin, 1948.

von Lengerken, Die Brutfürsorge und Brutpflegeinstinkte der Käfer. Leipzig, 1939.

Maercks, Über die Voraussage von Schlüpfterminen. Arb. über ang. u. physiol. Entomol. Bd. 4, (1937).

Ohaus, Zur Kenntnis der Lebensweise unserer einheimischen Blatthornkäfer. Entomol. Rundschau, Jahrg. 40., (1923).

Pape, Praxis und Bekämpfung von Krankheiten und Schädlingen an Zierpflanzen. Berlin, 1939.

Reitter, Fauna Germanica (Die Käfer des deutschen Reiches). Stuttgart, 1908.

Rivière, Bull. Soc. Nation. Acclim. France, Bd. 55 (1908).

Schäfer, Engerlinge des Brachkäfers „Rhizotrogus aestivus" als Schädlinge im Ackerbau. Anz. f. Schädlingskd. 23. Jahrg. Heft 12 (1950).

Schoenichen, Praktikum der Insektenkunde. Jena, 1930.

Schuch, Über den Einfluß der Feuchtigkeit auf das Eistadium von Melolontha. Arb. über angew. u. physiol. Entomol. Bd. 5 (1938).

Sorauer, Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Berlin, 1939.

Staudenmayer, Die Wasserstoffionenkonzentration der Insekten. Anz. f. Schädlingskd. 16. Jahrg. Heft 10/11.

Subklew, Zur Kenntnis der Larven der Melolonthinae. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzensch. Bd. 44 (1937).

Swingle, Relative Toxities to insects of Acid Lead Arsenate, Calcium Arsenate and Magnesium Arsenate. Jour. Econ. Ent. 31 Nr. 3 (1938).

Weber, Grundriß der Insektenkunde. Jena, 1938.

Zwölfer, W.: Methoden zur Regulierung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Z. f. ang. Ent. Bd. 19, 1935. St. 497—513.

Untersuchungen über den großen Pappelbock *Saperda carcharias* L.

Von

Dr. H. H. Cramer

Mit 10 Abbildungen

Die vorliegenden Untersuchungen wurden in den Jahren 1950 bis 1952 im Forstzoologischen Institut der Universität Göttingen sowie im Auftrage der Forstschutzstelle Südwest in der Rheinebene durchgeführt. Die Arbeit verdankt ihre Entstehung wesentlich der Förderung, die ich durch die derzeitigen Leiter beider Institute erfuhr. Ich darf daher Herrn Professor Dr. Frhrn. v. Vietinghoff-Riesch, Hann.-Münden, sowie Herrn Forstmeister Dr. Dr. habil. G. Wellenstein, Ringingen, sehr ergeben für alle Beratung und Unterstützung danken.

Ebenso danke ich Herrn Forstassessor Dr. Röhrig und Herrn Forstassessor Dr. Vité für zahlreiche Anregungen und Hilfen während der Untersuchungen.

Der große Pappelbock *Saperda carcharias* L. ist einer der auffallendsten Bockkäfer unserer Fauna; so hat er schon seit je das Interesse der Käfersammler auf sich gezogen und ist bereits in den ältesten Faunenverzeichnissen aufgeführt, in Deutschland als „Hundsbock", „Seehunds-" oder „Schneckenkäfer". Mit der steigenden wirtschaftlichen Bedeutung des Pappelanbaues in den letzten Jahrzehnten hat es sich nun gezeigt, daß *Saperda carcharias* — ebenso wie der kleine Pappelbock *S. populnea* L. — zu den gefährlichsten Feinden der modernen Pappelwirtschaft gehört. Trotz dieser Tatsache war bisher nur wenig über die Biologie und Ökologie des Insekts bekannt: Es fehlten exakte Angaben über die Lebensweise, die Dauer der Entwicklungsabschnitte, die Autökologie; nicht einmal die Länge des Generationszyklus stand fest. Lediglich eine Arbeit faßt Beobachtungen über den großen Pappelbock zusammen: Ritchie (1920) gibt in einer sorgfältigen und ausführlichen Arbeit Auskunft über die Verhältnisse, die am Rande des Verbreitungsgebietes, in Nordschottland, vorliegen. Es zeigt sich, daß die von Ritchie erzielten Ergebnisse von denen, die ich unter hiesigen Verhältnissen gewonnen habe, in wesentlichen Punkten abweichen. Die Ritchie'schen Angaben werden in der Folge jeweils zu meinen Resultaten in Beziehung gesetzt werden.

I. Der Entwicklungszyklus

1. Das Eistadium

Die Eier des großen Pappelbockes haben die Form eines sehr langgestreckten Rotationsellipsoides. Ihre Ausmaße betragen nach meinen Messungen maximal 4,8 mm in der Länge und 2,4 mm an der breitesten Stelle. Der Durchschnitt von 26 gemessenen Eiern lag bei 4,65 mm Länge und 2,17 mm Breite. Minimal betrug die Länge 4,4 mm, die Breite 1,8 mm. In den Ovarien der ♀♀ und unmittelbar nach der Eiablage sind die Eier leuchtend weiß; sie färben sich jedoch sehr bald in ein dunkles Kupferrot bis Rostbraun um. Ihre Schale ist ziemlich stark, ledrig und zähe. Sie umschließt die grellgelbe, viskose Masse des Embryos und des Nährgewebes.

Die Eier werden nach meinen Beobachtungen unter hiesigen Verhältnissen von Mitte Juli an abgelegt. Durch eine komplizierte Eiablage, die weiter unten zu beschreiben sein wird, werden sie einzeln in die Bastschicht oder zwischen Rinde und Splint junger Pappeln geschoben, und zwar so, daß sie mit der Längsachse annähernd parallel zur Stammachse gebettet sind (Abb. 1).

Ich habe Eier, deren Ablage ich im Juli beobachten konnte, am Stamm markiert und in der Folge Kontrollen vorgenommen. Im Winter waren alle Eier an ihren Ablagestellen unverändert. Eine frühzeitige Ausbildung und Diapause der Larve innerhalb der Eischale (wie sie etwa von *Lymantria monacha* L. bekannt ist) findet nach meinen Beobachtungen nicht statt. Noch im Winter zeigt der weißliche Eiinhalt keinerlei Gewebsbildungen. Erst Mitte Mai, also nach einer Eidauer von 10 Monaten, erscheinen die Junglarven. Noch Anfang Mai kann man unversehrte Eier unter der Rinde befallener Pappelstämme finden. Wir haben es also hier mit einer Diapause im Eistadium zu tun, einer Entwicklungsunterbrechung, die um so merkwürdiger ist, als sie ja zum großen Teil in den wärmsten Sommermonaten liegt.

Abb. 1. Ei in der Einische zwischen Rinde und Splint

2. Das Larvenstadium

Die Larve von *S. carcharias* ist eine typische Lamiinenlarve. Sie ist in ihrer Morphologie bereits eingehend von RITCHIE (1920) bearbeitet worden, so daß hier im wesentlichen auf die Arbeit dieses Autors verwiesen werden kann. Es sei lediglich soviel dargestellt, wie zum Verständnis des Folgenden notwendig ist:

Die Larve ist länglich mit gedrungenem Thorax. Der Kopf mit den hypognathen Mundteilen sowie das steil abfallende Pronotum sind stärker chitinisiert. Letzteres trägt eine Anzahl grober Chitinborsten; die Larve ist beinlos. Zur Fortbewegung dienen ihr die kräftigen Kriechwülste, die an der Dorsal- und Ventralseite des Meso- und Metathorax sowie der ersten sieben Abdominalsegmente ausgebildet sind. In der Draufsicht bildet der Prothorax das breiteste Segment, von ihm aus nimmt die Breite von Segment zu Segment nach hinten ab. Der Querschnitt ist kreisförmig bis schwach-oval, die längere Achse in der Horizontalen liegend. Die Länge der Eilarven liegt bei 4,5 mm, die der ausgewachsenen Exemplare bei etwa 38 mm.

Eine Verwechslung der Larve von *Saperda carcharias* mit Larven anderer Holzschädlinge ist wegen der charakteristischen Form der *carcharias*-Larven und auch wegen ihres typischen Fraßbildes nicht leicht möglich. Allenfalls könnte eine Verwechslung mit den ebenfalls weißen Raupen der pappel-

holzfressenden *Sesiiden Aegeria apiformis* L. und *Sciapteron tabaniforme* Rott. vorkommen, die an ihren Bauchfüßen allerdings leicht als Lepidopterenraupen erkennbar sind. Lediglich in den jüngeren Larvenstadien von *S. carcharias* könnte die Erkennung Schwierigkeiten bereiten, und zwar wegen der großen Ähnlichkeit, die zwischen den jungen Larven des großen Pappelbockes und den in der fraglichen Zeit etwa gleichgroßen des kleinen Pappelbockes, *Saperda populnea* L. besteht. Die sicherste Auskunft wird auch hier das Fraßbild geben. Es sind jedoch Fälle denkbar, in denen mit diesem ökologischen Merkmal keine ganz klare Entscheidung erzielt werden kann, etwa wenn *carcharias*-Larven vor dem Eindringen in das Holz sich noch in der Rindenzone befinden und bei den *populnea*-Larven das sichere Merkmal ihres Vorhandenseins, der hufeisenförmige Einschnitt in der Rinde, unklar ausgebildet ist.

Meine Untersuchungen zeigten hier, daß die in den Bestimmungsschlüsseln angegebenen Merkmale — auch bei Anwendung des Binokulars — zur Unterscheidung nicht voll ausreichen. Als nicht stichhaltig erwies sich die Angabe, daß die Chitinwärzchen des Pronotums bei *carcharias* nach hinten zu schwächer würden, bei *populnea* dagegen nicht, ebensowenig konnten die Unterschiede in der Chitinisierung der Hypopleuren als eindeutig wahrnehmbar bestätigt werden. Als brauchbar erwies sich dagegen die Angabe, daß das Pronotum bei *carcharias* eine stärkere Chitinisierung als bei *populnea* aufweist. Immerhin ist auch dieses Merkmal schwer zu erkennen und wird nur bei einiger Übung richtige Ergebnisse liefern. Im Zweifel wird die Weiterzucht nach weiter unten darzustellenden Methoden sehr bald die stärkere Größenzunahme der *carcharias*-Larven deutlich machen.

Die Larvenentwicklung setzt in der Rheinebene Anfang Mai ein. Bei Baden-Baden fand ich die ersten Junglarven 1950 Mitte bis Ende Mai, während zu Anfang dieses Monats beim Ablösen der Rinde von Pappelstämmen nur das Vorhandensein von Eiern festgestellt werden konnte. Bereits vorher, Ende April, konnten Larven vorgeschrittener Stadien beim Spalten des Holzes überall in voll ausgebildeten Fraßgängen gefunden werden. Diese Larven verpuppten sich noch im Juni desselben Jahres, zu einem Zeitpunkt, zu dem die im Frühjahr geschlüpften Junglarven bei rascher Größenzunahme ihre Gänge bereits ein beträchtliches Stück in das Holz vorgetrieben hatten. Von Mitte Mai bis Ende Juni können also befallene Stämme gleichzeitig junge, diesjährig geschlüpfte und alte, diesjährig sich verpuppende Larven beherbergen. Mitte Juli waren Altlarven nirgends mehr im Holz zu finden. Zu diesem Zeitpunkt unterschieden sich die frischen, im Durchmesser sehr schwachen Gänge der Junglarven noch eindeutig von den voll ausgebildeten verlassenen Gängen. Das bedeutet also, daß die Larve im Mai des Jahres nach der Eiüberwinterung aus dem Ei schlüpft und sich im Juni des folgenden Jahres, nach einer Überwinterung im Holz, verpuppt. Die Dauer des Larvenstadiums beträgt also etwa 13 Monate. Wäre die Entwicklungsdauer länger, hätten in den außerordentlich stark befallenen Beständen der Rheinebene im Juli 1950 ältere Larven nicht völlig fehlen können. Die Annahme, daß vielleicht nur ein einziger Generationszyklus des Bockes im Befallsgebiet vorhanden gewesen wäre, wodurch also auch bei längerer Larvenentwicklung eine Überschneidung von Jung- und Altlarven im Juli unmöglich würde, ist deshalb ausgeschlossen, weil im Mai 1950 geschlüpfte Larven der Eiablage 1949 entstammen müssen, folglich einem anderen Generationszyklus angehören als die Fluggeneration 1950. Damit steht die Dauer der Larvenzeit in unseren Breiten mit Sicherheit fest.

Sogleich nach dem Schlüpfen beginnt die Larve zu fressen, und zwar zunächst, indem sie unter der Rinde einen 1—10-Pfennigstück großen Raum ausplätzt, von dem meist Bast und Splint, häufig nur der letztere, in Mitleidenschaft gezogen werden. Hier entstehen die ersten, nur sehr kurzen aber groben Nagespäne, die Mitte Juni durch den Einschnitt, durch den das Ei im Vorjahre geschoben wurde, erstmalig nach außen dringen. Diese Späne sind durch den Frühjahrssaftfluß stets feuchtigkeitsgesättigt und haften dadurch fest aneinander. So kann man um diese Zeit den Fraß der Junglarven in befallenen Beständen durch die kleinen Häufchen feuchter Nagespäne diagnostizieren, die überall außen an der Rinde kleben, und von denen aus häufig kleine Rinnsale den Stamm herablaufen.

In der letzten Junihälfte begannen die Larven in das Holz vorzudringen. Sie trieben zunächst einen radialen Horizontalgang durch den Splint, der meist 4—6 cm lang ist. Die Anlage dieses Gangteiles war meist Anfang Juli abgeschlossen. Nach seiner Fertigstellung biegt die Larve rechtwinklig nach oben oder unten ab und legt den Vertikalteil ihres Ganges an, der eine Länge von 20 bis 25 cm erreichen kann, jedoch meist kürzer ist. Die durchschnittliche Gesamtlänge liegt bei 18 cm. Im Hochsommer ist der Fraßgang in seiner Struktur vollendet. Der gesamte weitere Fraß dient nur noch der Erweiterung des bis dahin noch sehr engen, nur 0,6 bis 0,7 cm breiten Ganges. Einen Längsschnitt durch einen vollendeten Gang zeigt Abb. 2. Es handelt sich hierbei um einen deutlichen Hakengang, dessen Horizontalteil den weitaus kürzeren, dessen Vertikalteil den längeren Schenkel des Hakens bildet.

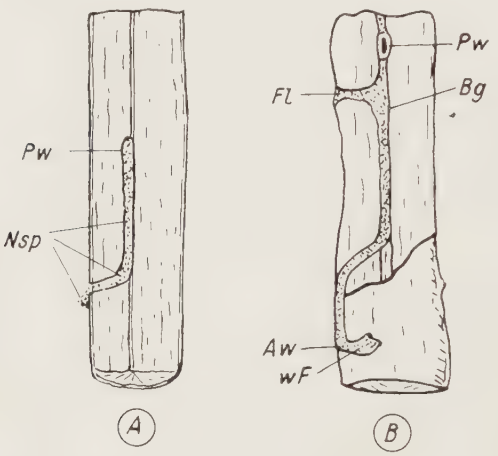


Abb. 2. Das Gangsystem: A. Hakengang nach den vorliegenden Untersuchungen. B. RITCHIE's Darstellung des Gangsystems. Aw = Auswurfloch, Bg = Bohrgang, Fl = Flugloch, Nsp = Nagespäne, Pw = Puppenwiege, wF = waagerechter Fraßgang

Da die Beobachtung des Larvenfraßes innerhalb des Ganges nicht möglich ist, war es notwendig, für die Untersuchungen darüber, in welcher Art die Larve ihren Gang vorantreibt und erweitert, eine besondere Versuchsanordnung zu treffen. Es wurden daher Larven in Reagenzgläser, die den Durchmesser eines Larvenganges besaßen, zwischen frische Pappelholzstücke gesetzt. Diese waren an den Rändern sorgfältig angeschrägt und leicht aufgerauht worden, ähnlich, wie die Oberfläche von Gangwänden beschaffen ist. Dadurch waren die Larven, die im allgemeinen mit den Röhrchen zusammen im Dunkeln gehalten wurden, der Beobachtung gut zugänglich. Die Luftfeuchtigkeit in den Reagenzgläsern betrug wie im Gang 100%, die Beobachtungen wurden bei 18° ausgeführt. Wenn man den Larven in den Gängen regelmäßig frisches Pappelholz zuführt, stellt die genannte Methode eine brauchbare Zuchtmöglichkeit dar.

Beim Nagevorgang löst die Larve mit den Mandibeln einen Span von der Gangwand ab und reißt ihn durch eine Zugbewegung aus dem Gewebeverband heraus. Durch fünf- bis sechsfaches Nachfassen vermag sie bis 8 cm lange Späne herzustellen, welche sie am oberen, noch festsitzenden Ende abbeißt und danach mit einer vertikal gerichteten oder einer seitlichen

Kopfbewegung unter oder hinter sich schiebt. Auf diese Weise sammeln sich allmählich ganze Ballen von Nagespänen hinter der Larve an, die sie bei der Fortbewegung im Gang unermüdlich hin und her befördert, teilweise die Späne mit den Mandibeln hinter sich anordnend, teilweise auch den ganzen Pfropf mit der breiten Fläche des Pronotums ein Stück vor sich her pressend. Gelangt die Larve während ihrer Tätigkeit an die Gangöffnung, so können dann die Späne in dichten Flocken nach außen fallen. Hieraus erklärt sich die Erscheinung, daß ein regelmäßiger Auswurf von Nagematerial aus den Gängen von *S. carcharias* nicht stattfindet; der Auswurf der Späne erfolgt eben gewissermaßen nur gelegentlich, wenn die Larve ihre Tätigkeit in die Nähe der Öffnung verlegt.

Ist der Gang in seiner Grundstruktur angelegt, beschäftigt sich die Larve für den Rest der Vegetationszeit mit seiner Erweiterung. Hierbei nagt sie ihn jeweils so weit aus, daß sie sich bequem darin umwenden kann, andererseits aber ihre Fortbewegung dadurch gesichert ist, daß sie sich mit den Kriechwülsten an den Wänden des Ganges anstemmen kann. Dementsprechend findet man während des Erweiterungsfraßes Larven in allen Gangteilen, unregelmäßig gelagert, teils mit dem Kopf in Richtung Gangende, teils in Richtung Gangöffnung. Die Größe der Gangöffnung entspricht jeweils der Größe des Gangquerschnittes, sie ist also gegenüber dem Gang i. d. R. weder erweitert noch verengt.

Der Vertikalteil des Ganges verläuft mit ziemlich gleicher Häufigkeit vom Horizontalteil aus nach oben oder unten, im letzteren Fall bei Gängen, die an der Stammbasis angelegt werden, häufig weit in die Wurzelanläufe — auch noch in deren unterirdischen Teil hinein — vorstoßend.

Die hier dargestellte Form des Gangsystems entspricht dem Typenbild, das in der weit überwiegenden Zahl der Fälle anzutreffen ist. In den Stammfüßen jüngerer, sehr stark befallener Pappeln kommen Abweichungen von diesem System vor, die in der verschiedensten Form variiert sind: Hier zeigen die Gänge zwei, auch drei Ausgänge, zahlreiche Krümmungen, bisweilen sogar gabelförmige Anlage. Diese Ausnahmeformen dürften durch die Raumnot bedingt sein, welche in übermäßig befallenen jungen Stämmen herrscht. Ebenso konnte ich in vor dem Einschlag infizierten, liegenden Stämmen, in denen die Larven wegen der Austrocknung des Holzes und der Lageveränderung keine normalen Bedingungen mehr vorfinden, Anomalitäten in der Gangbildung beobachten.

Die Höhe, in der die Gänge am stehenden Stamm angelegt sind, ist unterschiedlich. Ganz deutlich ist eine Bevorzugung der Stammfüße an jüngeren Pappeln, die häufig von einem Gewirr von Gängen durchzogen sind, und in der Folge flaschenförmig aufgetrieben werden (Abb. 3). Jedoch wäre es falsch anzunehmen, daß sich der Befall auf die Stammfüße be-

Abb. 3. *S. carcharias*-Gänge in den Stammfüßen 15jähriger Pappeln mit flaschenartiger Auftreibung der Stämme

schränkte, vielmehr kann die Befallszone bis in die Krone hinein reichen. Eine Bevorzugung einer bestimmten Himmelsrichtung liegt offenbar nicht vor. An älteren Pappeln rückt die am stärksten befallene Zone anscheinend nach oben, wie die Tab. 1 und 2 verdeutlichen. Sie sind durch Auszählung der Löcher in den Brettern zweier aufgeschnittener Pappeln auf dem Sägewerk gewonnen.

Tab. 1. Zahl des *S. carcharias*-Löcher nach der Höhe am Stamm I

Brett Nr.	0–50 cm	51–100 cm	101–150 cm	151–200 cm	201–250 cm	251–300 cm	301–350 cm	gesamt
1					1		2	3
2	1							1
3			1					1
4		1	1	1				3
5	1	1	1	1	1	1	1	7
6	1	2	1	1	1	1	1	8
7	1		1		2	3	2	9
8	1		1			4	5	11
9					2	1	6	9
10	2	2	2	1	5	6	7	25
11	4	4	4	1	6	3	2	24
12	4	8	2	2	6	5	4	31
13	7	3	2		5	3	3	23
14	7	5	1	2	3	1	6	25
15	4	1	2	1	2	2	3	15
16	2	1			1	1	3	8
17					2	3	2	7
	35	28	19	10	37	34	47	210

Die Zunahme des Befalls nach oben hin ist allerdings nicht sehr wesentlich. Es entfallen auf die einzelnen Stammhöhen in % des Gesamtbefalls:

0–50 cm	51–100 cm	101–150 cm	151–200 cm	201–250 cm	251–300 cm	301–350 cm
16	12	8	5	19	17	23

Tab. 2. Zahl der *S. carcharias*-Löcher nach der Höhe am Stamm II

Brett Nr.	0–50 cm	51–100 cm	101–150 cm	151–200 cm	201–250 cm	251–300 cm	301–350 cm	351–400 cm	gesamt
1	1	2	2	1		4	2	2	14
2	1	2	2	6	3	3	4	2	23
3	2	2	2	4	7	3	3	3	26
4	3	2	5	7	4	4	5	3	33
5	4	2	4	3	2	7	7	3	32
6	5		4		5	1	5	3	23
7	2	3	1	1	5	2	7	1	22
8	2	3	3	3	2	3	4	7	27
9	1	2	3	3	1	3	8	8	29
10	1	3	2	2	2	5	5	8	28
11	2	1	1	5	2	5	3	8	27
12	1	1	1	1	1	3	6	6	20
13		1			3	2	3		9
	25	24	30	36	37	45	62	54	313

Es entfallen hier auf die einzelnen Stammhöhen in % des Gesamtbefalls:

0—50 cm	51—100 cm	101—150 cm	151—200 cm	201—250 cm	251—300 cm	301—350 cm	351—400 cm
8	7	8	14	13	15	14	21

Als allgemeines Beobachtungsergebnis kann genannt werden, daß der Kronenraum stets frei von Befall ist; in der Zone der Spiegelrinde ist Befall selten, ebenso in den sehr grobborkigen Stammteilen. Der dichteste Neubefall ist stets in der Zone nicht zu starker, aber noch borkiger Rinde zu finden. Es hängt dies mit der Eigentümlichkeit der Eiablage zusammen. Hiervon wird weiter unten noch die Rede sein.

Über das Gangsystem von *S. carcharias* hat auch RITCHIE eingehende Erörterungen angestellt. Seine Ergebnisse weichen in vielen Punkten von den meinen ab. Abb. 2 gibt die Gangzeichnung von RITCHIE wieder. Dieser unterscheidet zwischen dem Horizontalteil, dem Vertikalteil, dem Ausgangsstück und der Puppenwiege. Danach frißt die Larve zunächst ein horizontales, oft auch abwärts gerichtetes Gangstück, biegt dann in die Vertikale, stets nach oben, legt gegen Ende ihrer Entwicklung ein Ausflugloch für den Käfer an und verpuppt sich in der Verlängerung des Vertikalganges oberhalb des Ausflugloches. Ich habe unter hiesigen Verhältnissen zwischen Hunderten von einfachen Hakengängen eine solche Form nur sehr gelegentlich, offenbar als anomale Ausbildung, finden können. Es ist interessant, daß RITCHIE am Rand des potentiellen Verbreitungsgebietes so andersartige Verhältnisse vorgefunden hat. Der Autor gibt nicht an, ob er seine Untersuchungen an frischen oder lagernden Stämmen vorgenommen hat; er vermerkt jedoch, daß die Form der Gänge nicht einheitlich sei, nennt aber die Form des einfachen Hakenganges, bei der Einbohrloch und Flugloch also identisch sind, nicht.

Ferner nennt RITCHIE als durchschnittliche Befallshöhe am Stamm 4—6 Zoll (= 10—15 cm) oberhalb des Bodens, selten eineinhalb Fuß (= 45 cm). Der Befall unter hiesigen Verhältnissen geht häufig bis auf 16 m Höhe und diese Zahl dürfte noch nicht einmal das Maximum darstellen, da die Höhe des Kronenansatzes über die absolute Befallshöhe zu entscheiden scheint.

Die Tatsache der anomalen Ausbildung der Larvengänge in liegenden Stämmen legte die Vermutung nahe, daß außer den oben angeführten Gründen (Lageveränderung, Austrocknung des Holzkörpers) auch rein ernährungsphysiologische Veränderungen der Lebensbedingungen für diese Verhaltensweise eine Rolle spielen. Diese Vermutung erschien um so begründeter, als ich Neubefall eingeschlagenen Holzes nie habe beobachten können; auch aus der Literatur ist eine solche Art des Befalls nicht bekannt.

Dies würde sich mit den Ausführungen von CHAUVIN (1950) decken, welcher angibt, daß die Insekten, die lebendes Holz angreifen, sich i. d. R. von assimilierbaren Kohlehydraten ernährten. Lignin und Zellulose werden als Ballast wieder ausgeschieden. Die Nahrung besteht also im wesentlichen aus dem Zellinhalt und u. U. gewissen Polysacchariden, die eine Mittelstellung zwischen Stärke und Hemizellulosen einnehmen. Einige der Insekten dieser Gruppe greifen sogar nur Holz an, das einen gewissen Mindestsatz an Stärke und Zucker aufweist.

Um die Frage der Verdauungsphysiologie von *S. carcharias* in allen Einzelheiten zu klären, bedürfte es umfangreicher fermentativer und symbiontischer Untersuchungen, die Gegenstand einer eigenen Arbeit sein müßten. Ich hielt es jedoch für wichtig, die Verhältnisse bei *S. carcharias* wenigstens soweit aufzuklären, daß eine Aussage darüber gemacht werden kann, ob und wieweit sich das Insekt in seinem physiologischen Verhalten den Angaben von CHAUVIN unterordnet. Die Frage ist also, ob *S. carcharias* als offenbar ausschließlicher Zerstörer lebenden Holzes tatsächlich kein Zelluloseverdauer ist.

Hierzu wurden von 12 Larven Darmausstriche angefertigt, und zwar getrennt aus dem Vorderdarm, dem Mitteldarm und dem Enddarm. Die

Ausstriche wurden für die Darmabschnitte getrennt untersucht, damit Verschiebungen im Prozentgehalt der einzelnen Stoffe ermittelt werden konnten*). Es ergab sich, daß der Zellulosegehalt im ganzen Darmtraktus nahezu konstant um 21% beträgt (ein leichtes Ansteigen um 2% nach dem Enddarm zu ist durch die relative Abnahme anderer Substanzen zu erklären. Es liegt übrigens innerhalb der Fehlergrenze). Der Proteingehalt dagegen nimmt vom Mitteldarm zum Enddarm um 13,1% ab. Es scheint also tatsächlich so, als ob *S. carcharias* die Zellulose nicht verwertet.

Interessant ist, daß die Verhältnisse bei *Saperda populnea,* deren Verdauungssystem von SCHLOTTKE (1945) fermentativ untersucht wurde, offenbar ähnlich liegen. Neben einer auffallend starken Amylase zeigt *S. populnea* eine kräftige Proteinase. Zellulase war dagegen nur ganz schwach im vorderen Mitteldarm nachweisbar, so daß auch hier ein nennenswerter Zelluloseabbau nicht stattzufinden scheint.

Trotz dieser nur tastenden, stichprobenartigen Versuche über die Frage der Ernährungsphysiologie von *S. carcharias* wird man doch soviel sagen können, daß wesentliche Anzeichen auf die Unfähigkeit der Larve hinweisen, Zellulose zu verdauen. Kehrt man, nachdem dies wahrscheinlich gemacht ist, die Fragestellung um, so kann man feststellen, daß ein Neubefall eingeschlagenen, lagernden Pappelholzes durch den Schädling nicht zu erwarten ist, da er in diesem die notwendigen Entwicklungsbedingungen nicht vorfinden würde.

In lebenden befallenen Stämmen mit normaler Ausbildung der *S. carcharias*-Gänge stellen die Larven im Spätherbst den Fraß ein und ziehen sich in die Gangenden zurück, um dort hinter dichten, mehrere Zentimeter langen Spanpröpfen zu überwintern. Ich habe von dort bei —3° Temperatur eine Anzahl von Larven entnommen. Sie waren ohne jede Bewegung und Reaktion auf mechanische Reize. Die weitere Behandlung zeigte folgende auffallende Ergebnisse:

Die kleineren Tiere von durchschnittlich 18,8 mm Länge und 2,5 mm Kopfkapselbreite erlangten bei einer Erwärmung auf 5,5° ihre Aktivität wieder; sobald man sie wieder unter 5,5° abkühlte, verfielen sie in Kältestarre. Die Reaktion trat im Bereich von 65—100% Luftfeuchtigkeit bei derselben Temperatur ein. Die größeren Larven von durchschnittlich 28,2 mm Länge und 3,8 mm Kopfkapselbreite konnten auch bei allmählicher Erwärmung bis zu 30° bei verschiedenen Luftfeuchtigkeiten zwischen 75 und 100% nicht zur Aktivität gebracht werden. Die Sektion mehrerer Tiere ergab einen völlig gesunden Zustand.

Während also die kleineren Exemplare einer einfachen Kältestarre (Quieszenz) unterliegen, die durch Erwärmung jederzeit aufgehoben werden kann, befinden sich die größeren Tiere offenbar in einer echten Diapause, also einem physiologischen Ruhezustand, dessen Aufhebung von der Veränderung der Außenbedingungen unabhängig ist.

Eine Durchbrechung der Diapause der Larven wurde mit verschiedenen Mitteln versucht, von denen jedoch nur ein kräftiger Temperaturschock wirksam war: Eine plötzliche Temperatursteigerung von —16° auf +30° riß nur eines von vier Versuchstieren aus der Diapause; eine Wiederholung des Versuchs, diesmal von —19° auf +34° wirkte auf drei von vier weiteren Larven. Die Wiedererlangung der Aktivität setzte

*) Für die Ausführung der chemischen Untersuchungen danke ich Herrn Dr. chem. F. Cramer, Universität Heidelberg, herzlich.

übrigens erst 8—10 Stunden nach erfolgter Wärmebehandlung ein. Bei späterer erneuter Abkühlung trat keine Diapause mehr ein. Die Tiere traten wie die kleineren Individuen lediglich bei +5,5° in eine Kältestarre.

3. Das Puppenstadium

Nach der Überwinterung und einem etwa achtwöchigen Frühjahrsfraß begibt sich die Larve in das äußerste, der Öffnung abgewandte Gangende. Hierbei spant sie mit großer Intensität an den Gangwänden; die Späne, die sie aus dem Holz reißt, sind jetzt besonders kräftig. Häufig werden sie gar nicht vollständig vom Holz gelöst, sondern lediglich an einer Seite abgerissen. Aus diesem Material fertigt sich die Larve ihre Puppenwiege an. Sie stopft vor das Gangende, in das sie sich zurückzieht, einen dichten, mehrere Zentimeter langen Pfropf von Nagespänen, ganz genauso wie bei der Anfertigung des Überwinterungslagers. Ein Unterschied besteht lediglich darin, daß die verpuppungsreife Larve, von seltenen Ausnahmen abgesehen, stets mit dem Kopf in der Richtung zum Ausgang gelagert ist, während die überwinternde Larve wahllos mit dem Kopf zur Gangöffnung oder zum Gangende liegt. Abb. 4.

Das ist insofern interessant, als ja die Larve am Ende der Überwinterungsperiode sich mühelos in ihrem Lager umwenden kann, um zum weiteren Fraß den Gang aufzusuchen, während der Käfer durch sein starres Exoskelett diese Drehung nicht vornehmen kann, da ja der Gangdurchmesser meist bei 12 mm liegt, während die Länge des Käfers stets mehr als 28 mm beträgt. Man findet daher auch ab und zu beim Spalten von befallenem Pappelholz alte, verfaulende Käfer in verrotteten Puppenwiegen. Hier liegen die Käfer stets mit dem Kopf zum Gangende gerichtet. Versäumt also die Larve, sich vor der Verpuppung umzudrehen, ist der Käfer zum Tode verurteilt.

Abb. 4. Gang mit besetzter Puppenwiege

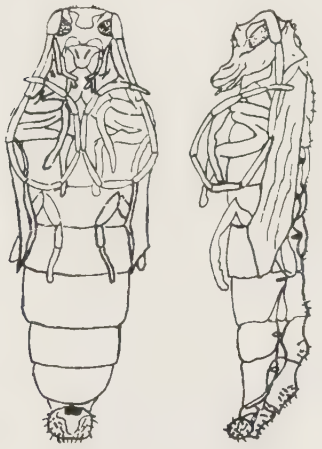


Abb. 5. Puppe, ventral/lateral

Die erste Verpuppung konnte ich in meinem Zuchtmaterial am 31. 5. feststellen. Dem Puppenstadium selbst geht ein Vorpuppenstadium voraus, in dem sich roh die Proportionen der Puppe abzuzeichnen beginnen; hier ist vor allem die Betonung der Thoraxregion gegenüber den früheren

Larvenstadien auffallend. Die Puppe deutet dann bereits sehr ausgeprägt den Habitus des Käfers an (Abb. 4). Sie mißt etwa 3 cm in der Länge, die breiteste Stelle liegt mit 10—12 mm am Mesothorax. Die Antennen sind über die Elytren gelegt und vor dem Thorax beinahe kreisförmig eingerollt, so daß das letzte Antennenglied das erste, sehr lang gestreckte etwa in Höhe der Schultern wieder überschneidet.

Die Ausfärbung der Puppe beginnt mit dem Augenfeld, bei meinem Material nach 16 Tagen. Nach weiteren 3 Tagen ist sie etwa zur Hälfte fortgeschritten, und nach insgesamt etwa 22 Tagen wird in unseren Breiten mit dem Schlüpfen zu rechnen sein. Die Dauer des Puppenstadiums beträgt also etwa 3 Wochen; Schwankungen mit den jeweiligen Temperatur- und Witterungsverhältnissen sind wahrscheinlich in Rechnung zu stellen.

In Nordschottland beträgt das Puppenstadium nach RITCHIE etwa 40 Tage; dort sollen allerdings die Larven vom Oktober des letzten Larvenjahres bis Ende Mai des Verpuppungsjahres in ihren Überwinterungsquartieren bleiben und sich dann dort verpuppen. An sich erreicht Schottland bis Ende Mai Temperaturen, die einen Frühjahrsfraß, wie er bei uns vorgenommen wird, zulassen würden. Eine Verpuppung im unmittelbaren Anschluß an die winterliche Entwicklungsunterbrechung, wie sie RITCHIE verzeichnet, stellt eine eigenartige Erscheinung dar, um so mehr, als das überwinternde Larvenstadium offenbar keinen Vorpuppencharakter zeigt. Es sei darauf hingewiesen, daß das Überwinterungsquartier der Larve der Puppenwiege außerordentlich ähnlich sieht.

4. Das Imaginalstadium

Bezüglich der morphologischen Beschreibung der Imagines (Abb. 6) kann hier im wesentlichen auf die Ausführungen von RITCHIE (1920) verwiesen werden, dessen Verdienst es auch ist, die Sexualdimorphismen der Art deutlich herausgestellt zu haben.

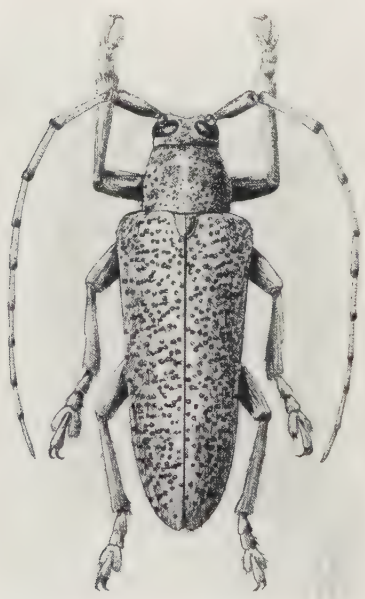


Abb. 6. *Saperda carcharias*, Imago (H. EIDMANN, Orig.)

Bei den ♂♂ sind die Antennen etwas länger als der Körper, die Elytren sind hinten zugespitzt; bei den ♀♀ entspricht die Antennenlänge der des Käfers, das Abdomen ist abgerundet. Am 5. Sternit fehlt den ♂♂ im Gegensatz zu den ♀♀ eine Auskehlung.

Meine Untersuchungen des männlichen Genitalapparates ergaben: Die paarigen Testes sind bifollikulär. Jeder der Hodenfollikel ist lebhaft gelb, linsenförmig, in der Mitte schwach gedellt. Beide Follikel sind durch einen Schlauch miteinander verbunden. Der untere der beiden Follikel mündet jeweils in das Vas deferens, in das die langen, vielfach verschlungenen Schläuche accessorischer Drüsen auslaufen. Der Penis ist ausstülpbar und zeigt verschiedene kleinere Chitinstrukturen. An der Geschlechtsöffnung trägt der Käfer einen paarigen Anhang, die Füßchen (Abb. 6).

Während RITCHIE für den männlichen Käfer ähnliche Befunde mitteilt, stellt er den weiblichen Genitalapparat wesentlich anders dar, als meine Befunde es ausweisen. RITCHIE gibt je Ovar die sehr hohe Zahl von 12 Ovariolen an. Die Eizahl je Ovariole ist bei RITCHIE nicht verzeichnet. Meine eigenen Untersuchungen zeigten je Ovar sechs Ovariolen, die jeweils zwei bis drei Eier enthielten. Das entspricht der niedrigen

Eizahl von 24 (min) bis 36 (max). Die Eizahlen sind bei den Lamiinen ganz allgemein weit niedriger als bei den Cerambycinen. Eine Nachproduktion von Eiern findet nicht statt, wie weiter unten ausgeführt werden wird. Kurz unterhalb der Mündung der paarigen Ovidukte in den Oviductus communis läuft der einfache Endschlauch einer reich verästelten accessorischen Drüse in ihn aus. An das letzte, verbreiterte Ende dieses Schlauches ist das knollige, leicht chitinisierte Receptaculum seminis angeschlossen. An dem in der Ruhestellung leicht eingekrümmten Ovipositor inseriert ein kräftiger Chitinstab, der das ganze Abdomen durchläuft. Er dient der Betätigung des ausschiebbaren Ovipositors. Dessen Querschnitt ist schwach-oval, die längere Achse des Ovals in der Querrichtung liegend. Das äußerste Ende des Ovipositors ist reich mit Chitinstrukturen und Tasthaaren besetzt.

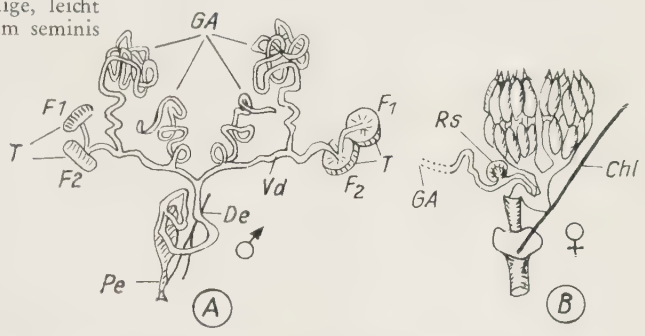


Abb. 7. A männlicher, B weiblicher Genitalapparat von *S. carcharias*, A nach RITCHIE (verändert). Chl = Chitinleiste, De = Ductus ejaculatorius, GA = Accessorische Drüsen, F_1/F_2 = Follikel 1 und 2, Pe = Penis, T = Testis, Rs = Receptaculum seminis, Vd = Vas deferens

In der Rheinebene fand ich den ersten Käfer, ein ♀, am 13. 6., noch im Gang, also ganz frisch geschlüpft. Dieses Tier wurde gesondert aufbewahrt, und nachdem es noch 5 Tage ohne Nahrungsaufnahme gelebt hatte, getötet und seziert. Die Präparation ergab, daß die Eier noch gänzlich unentwickelt waren, während andere ♀♀, die in der Folge von jungen Pappeln geschüttelt werden konnten, voll entwickelte Ovarien zeigten. Darmpräparation solcher Exemplare ergab regelmäßig zerkleinerte grüne Blattmasse. Es ist also deutlich, daß die Tiere zur Geschlechtsreifung einen Reifefraß vornehmen müssen. Der wirtschaftlich wohl immer belanglose Fraß der Käfer entspricht einer bekannten Tatsache.

Exakte Erhebungen über den Käferfraß hat SSELITSCHENSKAJA (1935) angestellt, indem sie Käfer gezwingert und regelmäßig mit frischen Blättern versorgt hat. Die Käfer fraßen große Löcher in die Blätter, deren Fläche die Autorin in qmm angibt. Interessanterweise verzeichnet die Autorin auch Rindenfraß des Bockes: Die Käfer hätten mit ihren Mandibeln die Rinde der gereichten Zweige, oftmals bis auf den Splint, angenagt. Ich habe derartigen Rindenfraß nie beobachten können. Da aber die Autorin angibt, daß ein solches Anschneiden der Rinde erst jeweils gegen Ende der Fraßzeit eingesetzt habe, ist daran zu denken, ob es sich etwa hierbei um Eiablageversuche gehandelt hat, zu denen die ♀♀ nach Ausreifung der Ovarien geschritten sind. Auch der ausdrückliche Hinweis „oftmals bis auf den Splint" könnte in dieser Richtung gedeutet werden.

Das *carcharias*-Fraßbild auf dem einzelnen Blatt ist charakteristisch: Es ist stets auf der Fläche der Blattspreite ein Loch genagt, niemals vom Rande her. Die Mittelrippe wird sehr häufig durch den Fraß mit entfernt. Die Ränder des gefressenen Loches sind gezackt, die Spur jedes einzelnen Bisses ist deutlich zu erkennen. Diese typische und nicht zu verkennende Form des Fraßbildes ist für den Pappelanbauer von hohem diagnostischen Wert: Er kann Neubefall eines Gebietes bereits im Flugjahr des Käfers feststellen, während ihm sonst erst der Befall im folgenden Frühjahr durch den Auswurf von Nagespänen der Larve erkennbar würde. Weit wichtiger aber ist die Kenntnis des Blattfraßbildes noch, wenn man an eine Bekämpfung des Schädlings denken will: Da es oft nicht einfach ist, die Käfer selbst zu finden, geben die ersten Fraßschäden an den Blättern einen um so wich-

tigeren Hinweis auf den Beginn der Flugzeit. Da die ♀♀ eines Reifefraßes bedürfen, finden Eiablagen zu diesem Zeitpunkt noch nicht statt, wiewohl die Mehrzahl der Käfer entweder schon vorhanden oder unmittelbar zu erwarten ist. Man kann also in Befallsgebieten durch Überprüfung des Blattzustandes in den kritischen Wochen sehr präzise den Zeitpunkt des wirksamsten Eingriffes festlegen. Die hiermit zusammenhängenden Maßnahmen werden im Abschnitt über Bekämpfungsfragen darzustellen sein.

Das abendliche Schwärmen der Käfer beginnt von den Kronen aus. Es setzte im Untersuchungsgebiet der Rheinebene an warmen, trockenen Abenden 20—40 Min. nach Sonnenuntergang ein und hielt bis zur völligen Dunkelheit an. Bei Beobachtungen zu den entsprechenden Zeiten vor Sonnenaufgang konnte ich keine Schwärmtätigkeit feststellen. Beim Schwärmen erwiesen sich die Käfer als rasche, gewandte Flieger, die zielstrebig größere Entfernungen zurücklegen können, um dann plötzlich und sicher auf einem Blatt oder Zweig aufzusetzen. Im allgemeinen fand das Schwärmen der Käfer im Anfang der Flugzeit im Kronenraum statt. Käfer, die ausnahmsweise in erreichbarer Höhe flogen, konnten bisweilen heruntergeschlagen werden. Sie sitzen dann nahezu reglos am Boden, wo sie schlecht wieder aufzufinden wären, wenn sie nicht einen zirpenden Schrecklaut von sich gäben.

Diese Stridulation, deren manche Cerambyciden fähig sind, bewirkt das Insekt durch eine nickende Kopfbewegung, durch die der hintere Rand des Proscutums über das Mesoscutum geführt wird. Der Käfer erzeugt das Geräusch stets, wenn er berührt, erregt oder in irgendeiner Form irritiert wird. Man kann die Stridulation auch an toten Objekten durch künstliche Bewegung des Kopfes hervorrufen.

Das beschriebene Schwärmen dient offenbar der Geschlechtersuche der Käfer. Die Kopula selbst konnte ich leider nie beobachten. In Glas- und großen Gazebehältern, in die frische Pappelzweige gestellt waren, kopulierten die Käfer während langdauernder Beobachtungen nie. Ebenso wenig konnte ich im Freiland eine Kopula von Käfern erzielen, die ich in Augenhöhe an Zweige setzte. Die Möglichkeit, eine Kanzel zu bauen, welche Beobachtungen im Kronenraum selbst erlaubt hätte, hatte ich nicht. Eine kurze Notiz von REINECK füllt jedoch die Lücke aus; REINECK beschreibt, daß das ♂ stets schräg nach oben gerichtet sich auf dem Rücken des ♀ anklammere. Die Kopula dauere sehr lange, werde aber oft unterbochen, ohne daß das ♂ das ♀ verlasse.

Diese Notiz über die Kopulastellung entspricht allen Kopulabeschreibungen, die in der Literatur für Cerambyciden zu finden sind. Die Kopula scheint also innerhalb der Familie der Cerambyciden im wesentlichen gleichartig zu verlaufen (vgl. auch BUTOVITSCH, 1939). Was die von REINECK beschriebene Kopulaunterbrechung anlangt, so scheint es sich hier um den bei den Cerambyciden verbreiteten sog. Amplexus zu handeln: Das ♂, obwohl nicht eigentlich in Kopula mit dem ♀, verbleibt auf dessen Rücken, hält es mit den Vorderbeinen fest und läßt sich von ihm herumschleppen.

Zu Beginn der zweiten Hälfte der Flugzeit — in der Rheinebene Ende Juli — fällt auf, daß sich der abendliche Käferflug mehr und mehr von der Kronen- in die Stammregion verlagert. Waren zu Beginn der Flugzeit die fliegenden Käfer in der überwiegenden Zahl ♂♂, so fängt man jetzt beim Flug vorwiegend ♀♀. Dies ist ein deutlicher Hinweis darauf, daß die ♀♀ ihren Reifefraß abgeschlossen haben oder mindestens zum Zwecke der Eiablage unterbrechen. Zu diesem Zeitpunkt zwingerte ich ♀♀ mit Gaze an Stammpartien von 0—2 m Höhe und beobachtete sie dort über viele Stunden. Nachdem sie tagsüber untätig auf der Rinde gesessen hatten, begannen

sie etwa 30 Min. nach Sonnenuntergang lebendig zu werden. Das ♀ tastet dann mit den zur Rinde hingebogenen Antennen die Oberfläche der Rinde ab, indem es erst longitudinal, dann quer auf dem Stamm entlang kriecht. Hat das ♀ eine geeignete Vertiefung in der Borke gefunden, so beißt es mit den Mandibeln einen Spalt in die Rinde, und zwar quer zum Stamm sitzend, indem es mit den beiden hinteren Beinpaaren den Körper kräftig vom Baum wegstemmt, während das vordere Beinpaar sich eng an den Stamm anklammert. Der Käfer bildet so also etwa die Tangente zu dem Punkt des Stammes, an dem er mit den Mandibeln seinen länglichen, bis auf den Splint reichenden Spalt nagt. Schon während dieses Nagevorganges wird der Ovipositor immer wieder weit aus dem Abdomen herausgereckt. Nach 4 Min. war bei meinen Beobachtungen der Spalt jeweils fertiggestellt. Jetzt dreht sich der Käfer um 180°, so daß er mit der Spitze des Abdomens etwa in die Nähe des Spaltes gerät. Mit dem lang ausgefahrenen Ovipositor tastet er die Rindenoberfläche ab; es wird hier die ökologische Bedeutung der reichen Ausstattung des Ovipositors mit Tasthaaren deutlich. Sobald der Käfer den Einschnitt in der Rinde wahrgenommen hat, stemmt er sich — umgekehrt wie vorhin — nun mit dem Vorderbeinpaar vom Stamm ab und führt unter wiegenden Bewegungen den Ovipositor in den Stamm ein. Der weitere Vorgang, bei dem das Ei durch den Ovipositor in den Spalt geleitet wird, beansprucht 9 Min. Während dieser Zeit ist das ♀ scheinbar reglos an den Stamm angeklammert. Das Ende der Eiablage kündet sich durch lebhafte Fühlerbewegung an. Dann zieht das ♀, wiederum unter wiegenden Bewegungen, den Ovipositor aus der Rinde heraus. Der Eiablagevorgang beansprucht insgesamt 15 Min. Der Käfer kann, nur mit kurzen Zwischenräumen, die er zur Suche verwendet, mehrere Eiablagen unmittelbar hintereinander ausführen. Diese finden, ähnlich wie bei *S. populnea*, in geringem Abstand von einander am selben Stammteil statt. So beobachtete ich am 22. 7. 1950 in der Zeit von 20.45 bis 21.34 Uhr drei Eiablagen eines ♀, zwischen denen jeweils kaum mehr als 1 Min. Zwischenraum lag, auf einer Fläche von etwa 1 qm Stammoberfläche. Nach der dritten Eiablage lief das ♀ dann ohne Ablageversuche bis zur völligen Dunkelheit auf dem Stamm herum.

Eiablagen unter Zuhilfenahme der Mandibeln sind bei den Lamiinen die Regel.

Die ♀♀ suchten im Befallsgebiet die Teile der Stämme auf, in denen die Verborkung noch nicht soweit vorgeschritten war, daß der Bast nicht mehr hätte angeschnitten werden können. Sie gingen aber nicht in die Zone der Spiegelrinde, in der der Schutz der Eier auch zweifellos geringer wäre. Hieraus erklärt sich die allmähliche Verlagerung der Befallszone in höhere Stammteile mit steigendem Alter des Baumes. Nach allen meinen Beobachtungen liegt eine Bevorzugung einer bestimmten Himmelsrichtung bei der Eiablage nicht vor. Bisweilen werden auch Astansätze zur Eiablage gewählt. Die Eiablage in stärkere Äste scheint selten vorzukommen. Ich habe nur einen einzigen Fall dieser Art beobachtet. Escherich (1923) hat mehrere Fraßbilder dieser Art wahrgenommen.

Frische Eiablagestellen sind für den Menschen außerordentlich schwer aufzufinden. Lediglich ein geringfügiges Bluten der Rinde an den Infektionsstellen kann das Eilager erkennen lassen. Erst nach einigen Wochen oder Monaten, wenn sich die Ränder der Verwundungsstelle bei einer leich-

ten Wucherung des Gewebes etwas geschwärzt haben, ist für das geübte Auge ein Auffinden der Eier von außen leichter möglich.

Eine Nachproduktion von Eiern in den Ovarien findet offenbar nicht statt. ♀♀, die nach der Ablage von Eiern in Zuchtgefäßen weiter mit Blättern gefüttert wurden, zeigten bei der späteren Präparation nie mehr die volle Eizahl. Vielmehr waren alle Eier in den Ovariolen ablagereif, ohne daß unausgereifte Eier zu finden gewesen wären.

Die Flugzeit kann sich bis Mitte August fortsetzen. Am 20. 7. 1950 waren keine ausgewachsenen Larven oder Puppen mehr in den Gängen zu finden. Da die Lebensdauer der Käfer selten mehr als 4 Wochen beträgt, ist bei uns nach Mitte August die Hauptflugzeit als abgeschlossen zu betrachten. Nach Mitteilung von Herrn Dr. BRENY (briefl.) entfallen in den Sammlungen des Institut Royal des Sciences Naturelles in Brüssel 83 % des vorliegenden Materials an *carcharias*-Exemplaren auf die Sammelzeit bis zum 15. 8. Ein einzelnes in Belgien gefangenes Exemplar trägt jedoch den Sammelvermerk vom 8. Oktober.

5. Die Generationsverhältnisse

Über die Generationsdauer sowie über die Länge der einzelnen Entwicklungsabschnitte von *S. carcharias* gibt das bisherige Schrifttum nur vermutungsweise und daher ungenaue oder falsche Auskünfte. Nach den vorstehenden Untersuchungen können über diese Punkte folgende Angaben gemacht werden:

Die Generationsdauer von *Saperda carcharias* L. beträgt in Mitteleuropa 2 Jahre.

Die Eiablage findet Mitte bis Ende Juli statt. Das Ei überwintert. Die gesamte Eizeit beträgt 10 Monate.

Die Larven schlüpfen Mitte Mai und fressen bis Anfang Juni des folgenden Jahres mit einer winterlichen Unterbrechung von mehreren Monaten, die sie z. T. in Quieszenz, z. T. in Diapause verbringen. Die Larvenzeit beträgt 13 Monate.

Die Verpuppung findet Anfang bis Mitte Juni des zweiten Lebens- und dritten Kalenderjahres statt. Die Puppenzeit währt etwa 3 Wochen.

Die Imagines erscheinen Mitte bis Ende Juni. Sie legen Mitte bis Ende Juli ihre Eier ab. Die Hauptflugzeit ist Mitte August beendet.

Diese Verhältnisse entsprechen der folgenden Bionomieformel:

$$7—5{,}6/6 + 67(8)$$

Die Generationsdauer in Schottland beträgt nach RITCHIE, offenbar auf Grund des rauheren Klimas, 3 Jahre.

II. Autökologie

1. Geographische Verbreitung

Das Studium der geographischen Verbreitung von Insekten ist in den letzten Jahrzehnten mit der steigenden Bedeutung der ökologischen Forschungsrichtung in ein neues Licht gerückt: Man hat, insbesondere in der angewandten Entomologie, immer wieder versucht, aus dem Studium der Verbreitungsgebiete von Insekten Rückschlüsse auf deren ökologische Ansprüche zu ziehen; auch die Frage des Massenwechsels einzelner Schad-

insekten ist mit einer solchen geographisch-ökologischen Fragestellung mehrfach angegangen worden (Cook, 1925; Bremer, 1929; Zwölfer, bes. 1935; Eidmann, 1949; Cramer, 1951).

Voraussetzung für die ökologische Auswertung von Verbreitungsstudien über mono- oder oligophage, pflanzenfressende Insekten ist die eingehende Kenntnis des Areals der Fraßpflanze. Decken sich die Besiedlungsgebiete von Fraßpflanzen und Insekt, so liegt die Vermutung nahe, daß das Tier sein potentielles Verbreitungsgebiet nicht voll bevölkert. Es würde in diesem Falle dem künstlichen Anbau der Fraßpflanze an den Rändern des Verbreitungsgebietes wahrscheinlich nachfolgen. Geht das Areal der Fraßpflanze an einer oder mehreren Stellen über das des Insekts hinaus, so kann, falls nicht andere Verbreitungsschranken anzunehmen sind, die Grenze des effektiven Verbreitungsgebietes des Tieres meist gleichzeitig als die seines potentiellen Verbreitungsgebietes angesehen werden.

a) Art der Fraßpflanzen. *S. carcharias* L. ist in erster Linie ein Pappelschädling, jedoch schon als solcher keineswegs streng monophag. Das Schrifttum weist den Befall zahlreicher Pappelsorten durch den Bock aus, und für die einheimischen Pappelsorten läßt die statistische Aufstellung eines Sammelreferates von Schwerdtfeger (1949) keine nennenswerten Unterschiede in der Befallsstärke an den einzelnen Sorten erkennen. Eine differenzierte Unterscheidung der Pappelsorten durch den Schädling ist von vornherein nicht zu erwarten, da auch die Weide in den verschiedensten Arten von ihm befallen wird.

Man wird also beim Studium der Verbreitung von *S. carcharias* zweckmäßig die Verbreitungsgebiete der Genera *Populus* und *Salix* als möglicher Fraßpflanzen zugrunde legen. Dieses Vorgehen dürfte auch dann als gerechtfertigt erscheinen, wenn Schäden an einzelnen exotischen Pappelsorten bisher nicht zu unserer Kenntnis gelangt sind; es ist nicht zu erwarten (wiewohl es nicht völlig ausgeschlossen wäre), daß der Bock eine der unter sich nahe verwandten Sorten des Genus *Populus* meidet, während er als oligophages Insekt innerhalb der Familie der *Salicaceae* andere Holzarten aufsucht. Im übrigen kann man im vorliegenden Falle die Diskussion dieser Frage vernachlässigen, da, wie sich im folgenden zeigen wird, das Areal von *Populus tremula*, einer erwiesenen Fraßpflanze des Schädlings, überall über das Verbreitungsgebiet des Käfers hinausgeht.

b) Areal der Fraßpflanzen

Methodisch boten die Ermittlungen über das Areal der Fraßpflanzen die weit geringeren Schwierigkeiten als die über das Verbreitungsgebiet des Schädlings. Als Hauptunterlage diente mir der Schmucker'sche Atlas der Holzartenverbreitung (1942). Ferner habe ich die Sammelberichte über die angewandt-entomologische Literatur aus den letzten 40 Jahren (Review of applied Entomology, Biological Abstracts) zu Hilfe genommen. Aus ihr setzte sich in der Summe von über 1000 Schadmeldungen von verschiedensten Schädlingen an Pappel und Weide ein vollständiges Verbreitungsbild dieser Holzarten zusammen, das sich mit den Verbreitungskarten von Schmucker (1942) voll deckt.

Danach nimmt die Gattung *Populus* — ganz grob angenähert — den eurasischen und nordamerikanischen Raum etwa zwischen dem nördlichen Polar- und dem nördlichen Wendekreis ein. Im einzelnen kann bezüglich der horizontalen Verbreitung auf die Karten der Abb. 8 und 9 verwiesen werden.

Die vertikale Amplitude der einzelnen Pappelsorten ist unterschiedlich groß. Nach HEGI (1912) und KIRCHNER (1908) ist *Populus alba* im Wallis bis zu 1600 m zu finden. *P. tremula* steigt im Ötztal bis auf 1900 m und erreicht in Tiflis 2100 m. Sie bleibt aber in höheren Lagen sehr klein, oft kaum 40 cm groß. Das höchste Vorkommen von *P. nigra,* das bekannt ist, liegt bei 1800 m in St. Moritz. Diese Exemplare zeigen Buschform.

Das Areal der Gattung *Salix* umfaßt in der Horizontalen ein noch weitere Gebiete als *Populus* (vgl. Abb. 8 und 9).

Ebenso in der Vertikalen: *Salix caprea* geht nach KIRCHNER (1908) bis 2100 m. Andere Arten sind als ausgesprochene Montanformen zu betrachten, so *Salix hastata,* die in den Alpen 2500 m, im Himalaja 3000 bis 5000 m erreicht. Die Mehrzahl unserer einheimischen Weidenarten steigt bis ungefähr 2000 m.

Für die ökologische Auswertung des Gesamtverbreitungsgebietes von *S. carcharias* spielt das Areal der Gattung *Salix* insofern keine Rolle, als der Bock nicht einmal das Gesamtareal von *Populus* besiedelt, das ja überall enger ist, als das von *Salix.*

Die geographische Verbreitung von *S. carcharias*

Die geographische Verbreitung von *S. carcharias* war bisher nur sehr unvollständig bekannt.

Meldungen über das Auftreten des Schädlings sind in lokalen Faunenverzeichnissen weit verstreut. Aber auch deren Zusammenstellung allein ergibt noch kein brauchbares Bild. Ich habe daher neben der Durchsicht der umfangreichen faunistischen Literatur die Verbindung zu zahlreichen in- und ausländischen Spezialisten aufgenommen, die mir von überall her bereitwillig Auskunft erteilten. (Lediglich die Ermittlung des östlichen Teiles des Verbreitungsgebietes stieß auf Schwierigkeiten.) Das Bild, das sich aus der Literatur ergab, wurde so in wertvoller Weise ergänzt.

Ich danke in diesem Zusammenhang auch an dieser Stelle herzlich den Herren: Dr. BREUNING (Paris), Dr. BRENY (Gembloux), Dr. BRAMMANIS (Stockholm), Dr. BRYK (Stockholm), Prof. Dr. da CUNHA (Coimbra), Dr. ESPANOL (Barcelona), Dr. FRANZ (Admont), Dr. HEYROVSKY (Prag), Major a. D. HÖLZEL (Klagenfurt), Pastor HORION (Überlingen), Dr. MENDIZABAL (Almeria), Lfm. Dr. MÜLLER (Brühl), Dr. REGNIER (Rouen), Dr. SCHMIDT (Berlin), Prof. Dr. SCHWERDTFEGER (Sieber), Obering. TIPPMANN (Wien), Dr. VIVIANI (Casale Monferrato), Jägmästare WIRKSTRÖM (Jönköping).

Die auf diese Weise gewonnenen Ergebnisse wurden in die Karten der Abb. 8 und 9 eingetragen. In Abb. 9 wurden Einzelfundorte durch Punkte, Länder, Landesteile und Landschaften, in denen der Schädling als gemein bezeichnet wird, durch Strichelung gekennzeichnet. Eine besondere Häufung von Einzelfundorten deutet nicht unbedingt auf eine hohe Populationsdichte des Insektes hin, sondern ist meist auf besonders gründliche faunistische Bearbeitung des betreffenden Gebietes zurückzuführen.

Der große Pappelbock ist ein Insekt der Alten Welt. Er ist im Gegensatz zum kleinen Pappelbock aus keinem Teil Amerikas gemeldet worden. Ebenso fehlt er in Afrika ganz.

Für Eurasien ergibt sich das folgende Bild:

In Fenoskandien sind die Verhältnisse durch STRAND (1946) exakt geklärt. Der Schädling ist hiernach in Schweden bis Västerbotten weit verbreitet. Das nördlichste Vorkommen in Norwegen liegt etwa auf der halben Entfernung zwischen Narvik und Drontheim. SIEBKE (1880) gibt als Fundorte Christiania (Oslo), Gjemsø, Skien, Naes, Vaerk Nordrehaug, Andral, Enebak, Aamot, Fron und Bergen an. Die Angaben von STRAND für Schweden decken sich mit denen von ADLERZ (1916), der als schwedisches Areal des Bockes das Gebiet zwischen Skåne und Lappland bezeichnet.

Für Finnland gibt KANGAS in seinen „Forstentomologischen Studien an der Espe" (1942) *S. carcharias* als Schaderreger im südlichen und nördlichen Finnland an (Oulynskyla, Lapinjärvi, Kivenappa, Vasikkasaari in Koivisto, Vesijako in Padasoki, Kangasala, Ylivieska, Rovaniemi). Ebenso verzeichnet KANGAS schon vorher (1940) Schäden an *Populus tremula* durch *S. carcharias* in Nordfinnland. Der nördlichste Punkt, den KANGAS nennt (Rovaniemi), liegt auf gleicher Höhe mit dem nördlichsten Fund von STRAND aus Norwegen.

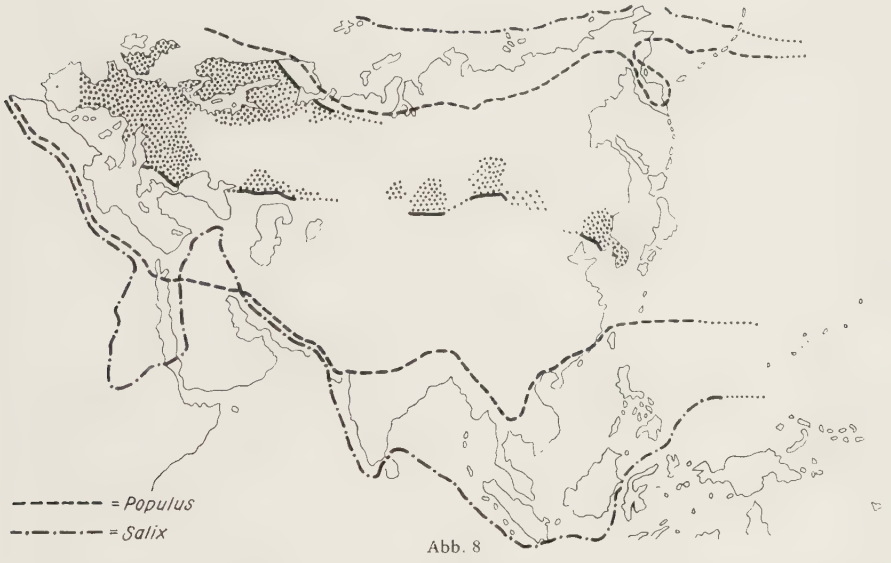


Abb. 8

Damit dürfte die Nordgrenze des europäischen Verbreitungsgebietes von *S. carcharias festliegen*. Sie verläuft südlich der nördlichen Verbreitungsgrenze der Pappel, scheint also die des potentiellen Verbreitungsgebietes des Bockkäfers zu sein. Auf diese Frage wird weiter unten eingegangen werden.

Größere Schwierigkeiten standen der Ermittlung des Verbreitungsgebietes im Osten entgegen. Die Literaturangaben über den großen russischen und asiatischen Raum sind naturgemäß unvollständig. Anfragen nach Polen blieben unbeantwortet. Dennoch ließ sich folgendes ermitteln:

In russisch Karelien ist der Bock bis 67° n. B. vertreten (BRAMMANIS, briefl.). SSELITSCHENSKAJA (1935) beobachtete Laubschäden durch *Saperda carcharias* an Pappeln bei Leningrad.

In Estland meldet ZOLK (1935) das Vorkommen des Schädlings an Pappeln und Weiden. BRAMMANIS (1937) schildert Beobachtungen über den Bock in Lettland, wo „er äußerst häufig vorkommt". Aus Kasakistan und der Wolgarepublik ist der Käfer durch VORONTZOW (1938) bekannt. MAMAEV (1929) nennt ihn für das Gouvernement Kamen. v. GEBLER führt ihn für Smeinogorsk und Barnaul auf. MANDL sammelte die Art in Beresovka/Sibirien (Sammlung TIPPMANN). KRAATZ (1879) nennt sie bei Irkutsk. Unweit davon, bei Werchne-Udinsk, am Zusammenfluß von Selenga und Uda, trat er nach MANDL (1931) auf.

In der Sammlung STAUDINGER befinden sich Exemplare der Art aus Charbin und Maoershan (Mandschurei) und Seishin (Korea), ebenso aus Borochojewa (Transbaikal) (HEYROVSKY, briefl.). Südlich von diesen Punkten scheint die Art zu fehlen. DONOVAN (1798) nennt sie für China nicht mehr, ebensowenig ist sie unter den 16 Arten der Großgattung *Saperda* aufgeführt, die PETRY (1831) für den indisch-malaischen Raum nennt.

Danach liegen also die Fundorte von *Saperda carcharias* im sibirisch-asiatischen Raum auf einem breiten Gürtel, der in grober Annäherung etwa zwischen dem 45. und 65. Breitengrad liegt. In der Mandschurei und Korea liegt die Grenze etwas weiter südlich. Eine Verbindung zwischen den einzelnen Fundorten ist aus der Literatur nicht herzustellen. Es ist aber anzunehmen, daß das Verbreitungsgebiet zusammenhängend ist, wie schon auf Abb. 8 angedeutet wurde.

Für den Balkanraum verdanke ich Herrn Obering. TIPPMANN, der in diesem Gebiet Cerambyciden gesammelt hat, besonders wertvolle Auskünfte: In Rumänien, Siebenbürgen und dem Banat hat TIPPMANN die Art in Brasov (Kronstadt), Oradea-Mare, Sinaia, Baile-Herculane, Mehadia, Timisoara und Versecz gefunden. Ebenso meldet SEYDLITZ (1891) die Art für Siebenbürgen, KIRCHNER (1846) für Ungarn. Für Bulgarien nennt TIPPMANN die Umgebung von Sofia und das Rhilagebirge. Diese Mitteilung wird ergänzt durch den Katalog von KANTHARDSCHIJOVA-MINKOWA (1936), die ihn aus Rhodopi, Varna und ebenfalls Sofia meldet. Im Witoscha-Gebirge ist er nach HEYROVSKY (briefl.) zu finden.

Fundorte in Serbien sind nach TIPPMANN Semendria, Popovac, Nis.

Für Bosnien und die Herzegovina nennt TIPPMANN die Vitorga-Planina, die Ivan-Planina, die Rados-Planina sowie die Umgebung von Sarajevo und Mostar als Fundorte, für Kroatien Bosnisch-Brod und die Umgebung von Zagreb. In Syrmien kommt die Art, ebenfalls nach TIPPMANN, im Fruska-Gora-Gebirge, in Cerevic, Beocin, Nestin und Ilok sowie in Vinkovac vor.

TIPPMANN, der auch mehrmals und ausgiebig in Dalmatien, Albanien, Griechenland, der Türkei, Syrien, Libanon, Palästina, Irak und Persien Cerambyciden gesammelt hat, konnte die Art in diesen Ländern niemals finden.

Der südlichste italienische Fundort, der mir bekannt geworden ist (Neapel, PORTA, 1934) liegt auf gleicher Höhe wie die südlichsten Fundorte von TIPPMANN. Offenbar liegt hier die südliche Grenze des potentiellen Verbreitungsgebietes. In ganz Mittel- und Oberitalien ist die Art heimisch, wie die zahlreichen Publikationen aus diesem Raum ausweisen, in dem das Insekt eines der wichtigsten forstlichen Schädlinge ist.

Nach einer brieflichen Mitteilung von Herrn Dr. REGNIER ist die Art in ganz Nord- und Mittelfrankreich gemein. REGNIER nimmt aber an, daß die Art auch in der Dordogne und an der Garonne vorkäme. BEDEL (1889) meldet sie, ebenso wie WALKENAER (1802) aus dem Seinebecken, MULSANT (1839) aus der Gegend von Lyon. REGNIER hat ein Exemplar bei Nizza gefunden.

Für Spanien verdanke ich wertvolle Nachrichten Herrn Dr. ESPANOL. Sie betreffen alle die Landesteile Pirineos Orientales Catalanes,

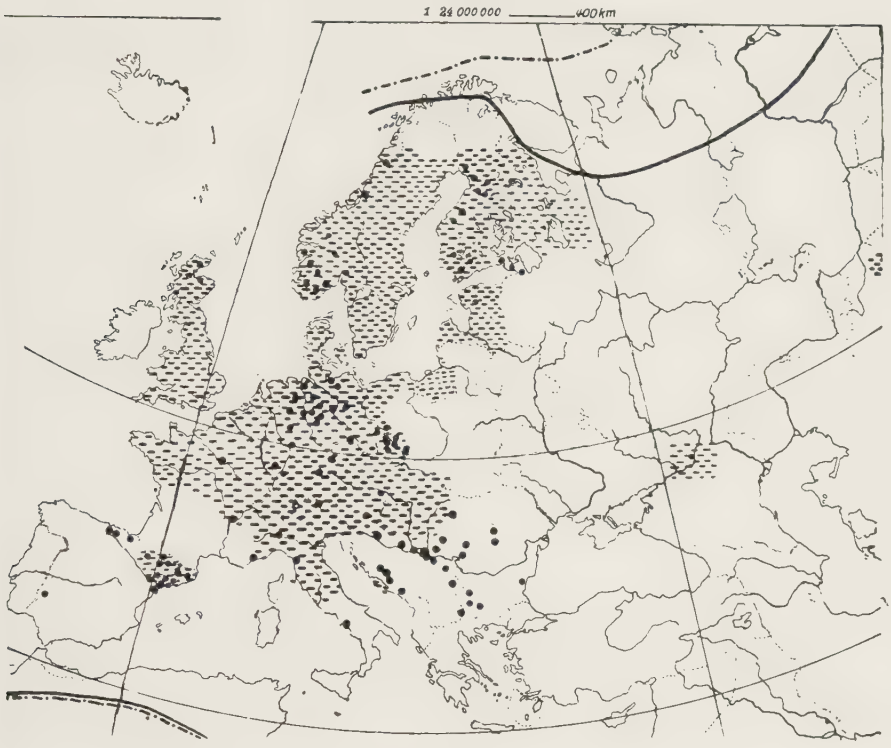


Abb. 9

Pirineos Centrales Catalanes, Provincia de Gerona, Provincia de Barcelona, Provincia de Lérida und Provincia de Tarragona, also den Südostteil des Landes, das Gebiet zwischen den Pyrenäen und dem Ebro. Ebenso meldet das Boll Soc. Ent. Espan., 1918, Funde aus der Provinz Gerona. Herr MENDIZABAL (Almeria) nannte mir weitere Fundorte aus den westlichen Pyrenäen bei Bilbao und Motrico. Die Museen in Madrid weisen nur *carcharias*-Exemplare aus den genannten Gebieten aus. Ein einziger Fund aus Badajoz (an der portugiesischen Grenze) ist mir außerhalb des Pyrenäen-Ebro-Gebirges bekannt geworden. Sonst scheint die Art im mittleren und südlichen Spanien sehr selten zu sein oder zu fehlen.

Ebenso fehlt der Schädling in Portugal, wie mir Herr Professor Dr. DA CUNHA mitteilte.

In England dagegen ist er nach JOY (1932) im ganzen Lande vertreten. Nach BORCHERT (1938) kommt er in Schottland bis nach Sutherland und Moray vor. RITCHIE (1920) führte Untersuchungen an *S. carcharias* in Aberdeen aus.

Für Irland wird die Art nicht genannt.

In dem von diesen Gebieten umschlossenen mitteleuropäischen Raum (sensu lato) ist die Art, wie zu erwarten, überall vertreten: In den Niederlanden ist sie nach EVERTS (1903) an verschiedenen Pappelsorten zu finden.

In Belgien wird sie nach WIRKSTRÖM (briefl.) in stärkerem Umfange schädlich. Zahlreiche Funde aus ganz Belgien, deren Kenntnis ich Herrn Dr. BRENY verdanke, befinden sich im Institut Royal des Sciences Naturelles in Brüssel.

Für Dänemark nennen BOAS (1896) und JENSEN (1914) die Art. In der ganzen Tschechoslowakei ist *S. carcharias* nach HEYROVSKY (briefl.) häufig. PITTIONI verzeichnet ihn für die Umgebung von Wien. KIEFER-MOOSBRUGGER (1932) und HOLTHUS-BROSSEN (1900) belegen ihn für Kärnten und die Steiermark. Für Tirol nennt ihn bereits LAICHARTING (1781). In neuester Zeit ist er von WÖRNDLE (1950) für Innsbruck, Hall und Ötz gemeldet worden. Für die Schweiz existiert ebenfalls ein alter Beleg: FUESSLIN (1775) bezeichnet die Art als nicht selten. KIRCHBAUMER (1848) nennt sie als ziemlich selten für das Rheintal um Chur. In Deutschland schließlich ist die Art überall zu finden, wo Pappeln wachsen. Eine Umfrage, die SCHWERDTFEGER (1949) hielt, ergab das Vorkommen des Schädlings in zahlreichen nordwest- und westdeutschen Forstämtern. Die Kartei von HORION (mündl. Mitteilung) nennt Hannover, Mecklenburg, Mittelelbe, die Mark Brandenburg, Pommern, den Harz, Thüringen, Schlesien. Die Kenntnis des Insekts in Ostpreußen (Breitenheide) verdanke ich Herrn Forstmeister Dr. WELLENSTEIN. All' diese Angaben lassen sich für ganz Deutschland mühelos durch lokale Faunenverzeichnisse belegen. Es seien hier nur genannt: BURMEISTER (1939, ganz Deutschland), PANZER (1793, ganz Deutschland), RIECKE (1939, Bremen, Nordhannover), JACOBS (1931, Harz), REINECK (1919, Mark Brandenburg), ERICHSON (1839, Mark Brandenburg), RAPP (1939-35, Thüringen), GERHARDT (1910, Schlesien), SCHMIEDELEIN (1790, Leipzig), HOPPE (1790, Erlangen), BERGSTRAESSER (1778, Wetterau) und viele andere.

Die klimatischen Gegebenheiten des Verbreitungsgebietes

Das so umrissene große Verbreitungsgebiet von *S. carcharias* weist in sich naturgemäß starke klimatische Unterschiedlichkeiten auf. In grober Annäherung läßt sich sagen, daß es nördlich etwa von der 8° Juliisotherme, südlich von der 5° Januarisotherme begrenzt wird. In Jahresisothermen ausgedrückt entspricht das annähernd dem Gebiet zwischen der 0°- und der 15°-Kurve. Die höchste Schwankung der Temperatur zwischen den höchsten und den niedrigsten Monatsmitteln beträgt an der atlantischen Westgrenze des Gebietes 10° und steigert sich nach Sibirien hinein bis zu 35°. An der Südgrenze ist sie ausgeglichener und liegt zwischen 20° und 30°. Die Feuchtigkeitsverhältnisse sind im Verbreitungsgebiet außerordentlich verschiedenartig. Sie scheinen für die Begrenzung des potentiellen Verbreitungsgebietes keine Rolle zu spielen.

Die Entwicklungsverhältnisse des großen Pappelbockes in Schottland liegen anders als bei uns: RITCHIE (1920) stellte Untersuchungen in der Umgebung von Aberdeen an und ermittelte, daß der Schädling dort zur Entwicklung vom frisch abgelegten Ei bis zum Vollkerf 3 Jahre benötigt. Nach Untersuchungen, die ich selbst in der Rheinebene vornahm, beträgt die Generationsdauer bei uns nur 2 Jahre. Daher ist ein Vergleich zwischen den klimatischen Verhältnissen in Nordschottland und denen, die im hiesigen Untersuchungsgebiet herrschen, nicht ohne Interesse:

Während die Julimitteltemperaturen in der Rheinebene bei 19° liegen, betragen sie in Schottland nur 14°. Die Januartemperaturen unterscheiden sich dagegen nicht wesentlich. So beträgt auch die mittlere jährliche Temperaturschwankung in Schottland nur 10°, während sie in der Rheinebene bei 20° liegt. Dadurch ist auch das Jahresmittel in Schottland verhältnismäßig wenig extrem. Es liegt bei 6°, während es in der Rheinebene 7,3° beträgt. Schottland hat also einen kürzeren und weit kühleren Sommer als Mitteleuropa, während auch in den Wintermonaten die Extremtemperaturen fehlen.

2. Die Umweltfaktoren

Abiotische Faktoren

Schon das Studium der geographischen Verbreitung von *S. carcharias* gab genug Hinweise, daß das Insekt eine weite ökologische Amplitude haben muß. Dies ist auch aus seiner Lebensweise leicht verständlich: Die Larve und die Puppe leben im Innern von lebenden Pappelstämmen; sie genießen also einen hohen Wärme- und Trockenheitsschutz und sind gegen Sonneneinstrahlung und Windeinwirkung vollständig geschützt. Das Ei hat eine besonders derbe Eischale, es liegt geschützt in einem tiefen Spalt in der Rinde und übersteht die klimatisch gefährdete Zeit in Diapause. Die Imago ist schon durch ihre große Beweglichkeit befähigt, ungünstigen Außenfaktoren weitgehend auszuweichen. Zudem ist die Imaginalzeit erfahrungsgemäß kaum jemals das kritische Stadium im Insektenleben.

Beobachtungen und Untersuchungen zur Aufklärung anderer Fragen der Lebensweise des Insekts bestätigen diesen Eindruck, besonders Versuche, die ich zur Durchbrechung der Diapause vornahm, welcher die Larven von einem bestimmten Entwicklungsstadium ab bei der Überwinterung unterliegen. Die hierbei gewonnenen Ergebnisse lassen es als sicher erscheinen, daß klimatische Faktoren innerhalb der gemäßigten Zone kaum einen merklichen Einfluß auf die Mortalität des Insekts haben können. Anders ist es dagegen mit der Entwicklungsdauer.

Die Mortalität

Im Zusammenhang mit Versuchen zur Diapausedurchbrechung ergab sich, daß sowohl in Diapause befindliche ältere, als auch nur in Quieszenz verharrende jüngere Larven Temperaturen von —20° zu ertragen vermögen, die letzteren natürlich in Kältestarre. Nicht nur allmähliche, sondern auch plötzliche Abkühlung wird ohne weiteres ertragen. Tiefe Temperaturen dürften also kaum einen wesentlichen Mortalitätsfaktor für *S. carcharias* darstellen. Hohe Temperaturen werden ebenfalls gut ertragen. Tiere, die in Thermostatenversuchen stark erwärmt wurden, zeigten bei einer Temperatur von etwa 29° an aufwärts eine erhöhte Aktivität; sie fielen unter 65 % Luftfeuchtigkeit bei 34°, unter 100 % Luftfeuchtigkeit bei 36° in eine reversible Wärmestarre, aus der sie, in Zimmertemperatur gebracht, nach wenigen Minuten wieder zum aktiven Leben zurückkehrten. Die höchste Temperatur, die ich habe einwirken lassen, war 39°. Diese wurde, in reversibler Wärmestarre, ertragen. Es ist sicher, daß solche Temperaturen im Innern von lebenden Pappelstämmen mit Dimensionen, die für *S. carcharias* annehmbar sind, nicht eintreten. Die hohen Temperaturen sind damit auch kein wesentlicher Mortalitätsfaktor für das Insekt.

Die Luftfeuchtigkeit in lebendem Pappelholz sinkt niemals unter 100 %. Die Frage des Erträgnisses niederer Luftfeuchtigkeit ist aber für die Entscheidung, wieweit die Larve auch geschlagenes Holz bewohnen kann, das stärkerer Austrocknung ausgesetzt ist, von Bedeutung. Deshalb habe ich mehrere Versuche mit hohen Temperaturen und herabgesetzten Luftfeuchtigkeiten vorgenommen. Es zeigte sich, daß die Larven beider Überwinterungsstadien Temperaturen von 39° auch bei 65 % Luftfeuchtigkeit ertragen können. Sie verlieren dabei allerdings erheblich an Wasser: Jüngere Stadien verloren in einer Stunde 26 mg = 9,4 % ihres Frischgewichtes, ältere 40,3 mg = 2,2 %. Die unter 100 % Luftfeuchtigkeit gehaltenen Vergleichstiere hielten ihr Gewicht unverändert.

Der Wasserverlust der Insekten kann auf zwei Wegen erfolgen: Durch Verlust der Impermeabilität der Kutikula und durch eine Störung des Verschlußmechanismus der Stigmen. Der erste Vorgang beruht auf einer Zerstörung der epikutikularen Wachsschicht und ist demnach irreversibel (CHAUVIN, 1950). Der zweite dagegen ist reversibel: Der Mechanismus tritt wieder in Tätigkeit, wenn das Insekt in normale Temperaturen zurückgebracht wird.

Zeigte schon während der Versuche die Reaktion mit Kobaltchlorür in Kollodium keinen Wasseraustritt durch die Kutikula, so bewies das Weiterleben der Tiere nach dem Versuch, daß der Wasserverlust durch die Stigmen erfolgt war. Die Wirkung hoher Temperaturen im Verein mit herabgesetzten Luftfeuchtigkeitsgraden liegt also in erster Linie bei einer Hemmung des Verschlußmechanismus' der Stigmen und führt bei längerer Einwirkung zum Tod des Tieres. Larven jüngerer Überwinterungsstadien können jedoch Wasserverluste von 9 % ihres Frischgewichtes ertragen, bei solchen älterer Stadien war der Wasserverlust relativ geringer, sie überlebten Wasserverluste von über 2 %.

Die Entwicklungsdauer

Hinsichtlich des Einflusses der abiotischen Umweltfaktoren auf die Entwicklungsdauer konnten Laboratoriumsversuche nicht unternommen werden. Doch gab das Studium der geographischen Verbreitung Aufschlüsse darüber: Während die Entwicklung in Mittel- und Südeuropa zwei Jahre beträgt, zeigten die Untersuchungen von RITCHIE (1920) für Nordschottland, also den Randbezirk des potentiellen Verbreitungsgebietes, eine dreijährige Entwicklungszeit. Die zur vollen Entwicklung erforderliche Wärmesumme wird also dort offenbar erst in einem dreijährigen Zeitraum erreicht.

Eine Unterschreitung der Entwicklungsdauer von zwei Jahren ist mir nicht bekannt geworden. Diese Zeit ist offenbar für das Insekt obligatorisch, auch für die südlichsten Grenzbezirke des Verbreitungsgebietes.

Damit ist die Frage nach der ökologischen Bedeutung der Grenzen des Verbreitungsgebietes gestellt. Die nördliche Grenze, die ja die Grenze des Pappelvorkommens nicht ganz erreicht, erklärt sich zwanglos damit, daß die für die Entwicklung oder für die Erlangung der Geschlechtsreife notwendige Wärmemenge nicht mehr gegeben ist. Das entspricht der Tatsache, daß sich im Norden die Winterisothermen schlecht, die Sommerisothermen dagegen deutlich der Verbreitungsgrenze von *carcharias* anpassen, also offenbar Extremtemperaturen nicht als Begrenzungsfaktoren wirken.

Hinsichtlich der südlichen Grenze, die ja auch nicht mit der Grenze des Pappelvorkommens übereinstimmt, kann man nur Vermutungen hegen. Es ist möglich, daß eine zu hohe Wärme oder eine niedrige Luftfeuchtigkeit zwar die Lebensfähigkeit des Tieres nicht beeinträchtigt, wohl aber die Erlangung der vollen Geschlechtsreife. Die ökologische Amplitude für die Fortpflanzung ist ja häufig enger als die für die Entwicklung. Wahrscheinlicher noch erscheint es, daß für *S. carcharias*, als ein Tier der gemäßigten Zone eine winterliche Kälte-(= Ruhe-)Periode entwicklungsnotwendig ist, wie das ähnlich auch für *Hylotrupes bajulus* nachgewiesen worden ist. Für diese Vermutung spricht, daß sich im Süden die Verbreitungsgrenze viel deutlicher den Winter- als den Sommerisothermen anpaßt. Ebenso ist es auffallend, daß *S. carcharias* in den kühleren Pyrenäen offenbar ein Refugium besitzt, während er in Südfrankreich selten zu sein scheint und auf der ganzen übrigen iberischen Halbinsel kaum vorkommt.

Biotische Faktoren

Die präimaginalen Stadien von *S. carcharias* sind durch ihre verborgene Lebensweise gegen tierische Feinde außerordentlich gut geschützt. Von dem in der Rinde eingesenkten Ei kann man allenfalls annehmen, daß ihm Feinde aus der Vogelwelt (Kleiber) erwachsen, jedoch habe ich derartiges nie beobachten können.

Feinde der Larve müssen außerordentlich spezialisiert sein, wenn sie das Tier in seinem tiefen Gang erreichen wollen, das zudem durch die Nagespanpfröpfe noch schwerer zugänglich ist. Nechleba (1929) nimmt in teleologischer Betrachtungsweise an, die Tatsache, daß die Nagespäne „als stöpselförmige Zusammenballungen in den Gängen behalten werden", diene dazu „Barrikaden gegen Feinde" aufzurichten.

Als einziger Parasit ist mir aus der Literatur der Pimpline *Xorides cornutes* Rtzb. bekannt geworden (Reineck, 1919).

Sehr wertvolle weitere Auskünfte zur Parasitenfrage erteilte mir Herr Hofrat Dr. Fulmek (Wien), dessen Index die folgenden Arten verzeichnet:

Braconidae: *Atanycolus (Coelobracon)* neesi. Marsh.; Ungarn (Györffi).

Ichneumonidae: *Ephialtes abbreviatus* Thn.; Ungarn (Györffi).
Ischnocerus caligatus Grv.; Austr., Gall., Germ., Helvet., Hung.
Ischnocerus filicornis Kchb. (*rusticus* Geoffr.); Gall., Germ., Lettl.
Rhimphoctonia fulvipes Hgn.; Lettl.
Xorides wahlbergi Hgn.; Hung.
Xylophrurus dispar Thbg. (*lancifer* Grv.); Germ. (Wagner), Rußl., Hung.

Ferner nennt Fulmek die Staphylinide *Dadobia immersa* Erichs.; Finnland. Fulmek (briefl.) ist aber der Ansicht, daß das Vorkommen des Käfers in den Bohrgängen nur zufällig sei, da seine Kleinheit ihn kaum befähigen dürfte, als Räuber von *S. carcharias* wirksam zu werden.

Interessant ist, daß von dem in jeder Hinsicht gründlicher bearbeiteten kleinen Pappelbock ungleich viel mehr Insektenfeinde bekannt geworden sind:

Diptera:	6 Arten
Braconidae:	10 Arten
Chalcididae:	5 Arten
Ichneumonidae:	39 Arten

Wieweit die eine oder andere dieser Arten auch als Feind von *S. carcharias* auftritt, ist nicht ohne weiteres zu sagen.

Häufig konnte ich feststellen, daß *carcharias*-Gänge vom Specht aufgehackt worden waren. Liegen die Gänge sehr tief im Holz, so erreicht sie der Specht häufig nicht; nachdem er das Holz einige Zentimeter tief aufgehackt hat, gibt er seine Arbeit auf. Aus dem Forstamt Rhede wurde SCHWERDTFEGER mitgeteilt, daß *S. carcharias* „vom Specht eifrig bekämpft" wird. Es ist deutlich, daß diese Art der biologischen Bekämpfung nicht sehr pfleglich für das Pappelholz ist.

Im Boll Soc. Entom. d'España (1918) wird berichtet, daß in der Provinz Gerona ein Pilz, *Entomophtera grylli,* Larven von *S. carcharias* befallen und abgetötet habe. Ein ♀, das aus einer befallenen Larve gezogen werden konnte, starb bald nach der Metamorphose.

Über spezifische Feinde der Imagines gelangen mir weder eigene Beobachtungen, noch gibt die Literatur hierüber Auskunft; daß die stattlichen Käfer Singvögeln zur gelegentlichen Nahrung dienen, ist wohl unzweifelhaft.

Keiner der genannten natürlichen Feinde scheint jedoch eine so wesentliche Rolle zu spielen, daß man hoffen dürfte, eine wirksame biologische Bekämpfung des Schädlings durch Begünstigung der biotischen Umweltfaktoren ermöglichen zu können.

III. Wirtschaftliche Bedeutung

Die steigende Bedeutung, die die Pappel als Wirtschaftsholzart in den letzten Jahrzehnten gewonnen hat, sowie die umfangreichen Programme zur Erweiterung des Pappelanbaues, die, wie in vielen europäischen Ländern, so auch in Deutschland aufgestellt worden sind, machen die Notwendigkeit immer drängender, ein klares Bild davon zu gewinnen, welche Faktoren der Verwirklichung der Wirtschaftsziele ernsthaft hindernd in den Weg treten könnten.

Aus dem Heer der Feinde, die auch der Pappel schädigend gegenüberstehen, ragen gegenwärtig vier Schädlinge von besonderer Bedeutung heraus, je zwei aus dem Pflanzen- und aus dem Tierreich. Zum ersteren gehören Krebs und Rindentod, zum letzteren der kleine und der große Pappelbock.

Eine Rangordnung dieser Schädlinge nach ihrer wirtschaftlichen Bedeutung ist schwer zu geben, zumal ihr Auftreten gebietsweise verschieden stark ist. Für Nordwestdeutschland hat SCHWERDTFEGER (1949) eine Umfrage an alle Forstämter gerichtet. Sie weist aus, daß in 19% aller gemeldeten Fälle von Schädigungen (einschl. Pilzerkrankungen) an Pappel *Saperda carcharias* als Schaderreger genannt wird. Hinsichtlich der wirtschaftlichen Bedeutung steht in diesem Gebiet der große Pappelbock hinter dem Pappelkrebs, dem Rindentod und dem kleinen Pappelbock an vierter Stelle, unter den tierischen Schädlingen also an zweiter Stelle. Da der kleine Pappelbock vorwiegend ein Schädling der Pappelkulturen und der jüngeren Pappelpflanzungen ist, müssen wir *Saperda carcharias* als den wichtigsten tierischen Schädling unserer älteren, über fünfjährigen Pappelflächen bezeichnen. Im übrigen wird die eben beschriebene Stufenleiter örtlich stark abgewandelt sein. Das Schwedische Zündholzmonopol bestätigte mir die SCHWERDTFEGER'schen Angaben aus den Erfahrungen, die dieses Unternehmen auf seinen über ganz Europa verteilten Anbauflächen gesammelt hat, in wesentlichen Punkten.

In Süddeutschland scheinen sich die Verhältnisse nach meinen Beobachtungen dahingehend zu verschieben, daß hier dem großen Pappelbock noch eine weitaus höhere Bedeutung zukommt, als dies aus der SCHWERDTFEGER'schen Umfrage für Nordwestdeutschland hervorgeht, und in zahlreichen anderen europäischen Ländern gilt *Saperda carcharias* schlechthin als Pappelschädling Nummer 1. So stellt der Bock in Italien ein ganz ernstes Problem für den Anbau der Holzart dar. Nach Auskunft des Istituto di Sperimentazione di Pioppocoltura in Casale Monferrato bildet der Schädling stellenweise geradezu den begrenzenden Faktor für den Pappelanbau. Entsprechend spielt *S. carcharias* dort in der Diskussion um den Pappelanbau eine weit bedeutendere Rolle, als das noch bei uns der Fall ist.

Im folgenden sollen die Wirkungen, die die Schädlichkeit des großen Pappelbockes bedingen, im einzelnen betrachtet werden. Grundsätzlich ist dabei zu bedenken: Der im allgemeinen gültige Satz, daß Insektenwirkungen Massenwirkungen seien, trifft auf die Schäden, die durch *S. carcharias* hervorgerufen werden, nur bedingt zu. Die Minderbewertung, die ein Pappelstamm beim Holzverkauf erfährt, wenn nur zwei oder drei Larvengänge an seiner Stirnfläche zu sehen sind, ist ganz erheblich. Das Vorhandensein von nur etwa 600 lebenden Larven in den Pappeln einer 1 ha großen Anbaufläche läßt es schon als fraglich erscheinen, ob es zweckmäßig ist, den Bestand weiter zu halten. Eine gleichgroße Zahl von Kupferstechern in einem angehenden Fichtenstangenholz würde sich der Beobachtung noch völlig entziehen. Diese Gefährlichkeit des einzelnen Exemplars bedingt nicht nur die potenzierte Gefährlichkeit des Insekts schon bei nur in geringem Maße gesteigerter Populationsdichte, sie erschwert auch, wie weiter unten ausgeführt werden wird, Prognose und Bekämpfung nicht unerheblich.

Im einzelnen liegt der Schaden, den der Pappelanbau durch *S. carcharias* erleidet, in drei Richtungen:

1. Der große Pappelbock ruft in gewissem Umfang physiologische Schädigungen der Pappel hervor. Der Blattfraß der Imagines fällt hierbei kaum ins Gewicht. Bedenklicher sind andere physiologische Schäden: Stärker befallene Stämme bleiben im Wuchs zurück und kümmern ganz deutlich. Die Stammfüße solcher Exemplare schwellen flaschenförmig an (vgl. Abb. 3). Bei jüngeren Pappeln besteht Bruchgefahr, wenn sie an der Basis und in den Wurzelanläufen von Gängen durchzogen sind. In Schadgebieten ist diese Befallsfolge häufig zu beobachten. Vielleicht der wichtigste physiologische Schaden jedoch besteht darin, daß die Gänge von *S. carcharias* den Ausgangspunkt für Fäulnis des Holzes im stehenden Stamm bilden oder Infektionsstellen für den Krebs schaffen können. Auf diese Möglichkeit ist schon verschiedentlich hingewiesen worden (BRAMMANIS, 1937; REGNIER, 1932).

Zu den physiologischen Schäden ist wohl auch der Fraß des Bockes in den Pappelmutterquartieren zu zählen. Diese Art des Befalls, die in den letzten Jahren stellenweise einen beträchtlichen Umfang angenommen hat, beeinträchtigt an sich den wirtschaftlichen Zweck, der in den Mutterquartieren erreicht werden soll, die Gewinnung möglichst großer Mengen einheitlichen Steckgutes, kaum. Der Schädling frißt ja nur in den Mutterstöcken, nicht in den Ruten. Es ist aber auf jeden Fall bedenklich, sich in diesen Quartieren ein hohes Reservoir des Schädlings heranzuzüchten. Eine Minderung des Steckgutertrages ist bislang nicht beobachtet worden.

2. Weit bedeutender aber ist der große Pappelbock als technischer Schädling. Abb. 10 zeigt, wie groß die Schädigungen sind, die das Holz durch den Larvenfraß erleidet. Im schlimmsten Falle kann es bis zur Brennholzqualität entwertet werden.

Das abgebildete Rundholz ist im Jahre 1949 durch die Forstverwaltung mit 55% Verlust gegenüber gleichwertigem Pappel-B-Holz verkauft worden (40,— statt 90,— DM je fm). Die Forstverwaltung ist der Ansicht, hierbei noch einen verhältnis-

Abb. 10. Befallenes Holz auf dem Rundholzplatz

mäßig günstigen Preis erzielt zu haben. Bereits heute würde der Preis von 40,— DM wahrscheinlich kaum mehr erzielt werden können.

Aus dem Ausland liegen ähnlich schwerwiegende Beurteilungen über die Schädlichkeit des Bockes vor. BRAMMANIS (briefl.) hebt die „große wirtschaftliche Bedeutung" des Schädlings als Zerstörer von Exportholz für die Streichholzindustrie hervor. Einen zahlenmäßigen Ausdruck des Schadens gibt bereits CECCONI (1914). Er berichtet von einem starken Befall bei Carrara, den er, nach dem Referat der Zeitschr. f. angew. Entomologie 1916, mit 60 000,— M. veranschlagt. (ESCHERICH, 1923, zitiert denselben Schaden mit 60 000 L.)

In neuerer Zeit gab VIVIANI (1951) eine sehr interessante Berechnung über die Wertminderung, die der Schädling hervorruft: In Italien werden von *S. carcharias* befallene Stämme von der Furnierindustrie allgemein abgelehnt. Geringfügig befallenes Holz kann z. T. noch an die Möbelindustrie abgesetzt werden. Stärker befallene Stämme gehen an die Papier- und Verpackungsindustrie, die jedoch auch extrem stark geschädigtes Holz nicht kauft, das dann nur noch als Brennholz abgesetzt werden kann.

Die Preise für Pappelholz betragen in Oberitalien (Stand vom Juni 1951) für die Sortimente je dz:

Stammholz mit Sperrholz-Qualität, gerückt	L 1500	je dz	= DM 94,50	je fm
„ „ Möbelholz- „ „ „	L 950	„ „	= DM 60,—	„ „
„ „ Papierholz- „ „ „	L 600	„ „	= DM 38,—	„ „
Brennscheitholz, „	L 370	„ „	= DM 23,50	„ „
Brennknüppel, „	L 300	„ „	= DM 19,—	„ „

(Der Umrechnung von Lire je dz in DM je fm ist der gegenwärtige Währungsstand und 900 kg = 9 dz je fm zugrunde gelegt.)

Stark befallene Bestände, die gar kein Furnierholz und kaum Möbelholz mehr erzeugen, sinken also im Durchschnittserlös ganz erheblich. Nach VIVIANI beträgt diese Minderung häufig durchschnittlich 100 L je dz, bisweilen 200 L, das sind zwischen 6,— und 13,— DM je fm. Die Verminderung des Abtriebswertes je ha hiebsreifer Pappelbestände liegt demgemäß nicht selten bei 1 bis 2 Millionen Lire = 7000 bis 14 000 DM ja ha! Bei einer Verminderung von Furnier- zu Brennscheitqualität beträgt der Verlust 75%.

Diese Minderung des Nutzwertes des Holzes beruht zum großen Teil darauf, daß entsprechend der Form des Gangsystems die Mehrzahl der Löcher in aufgeschnittenem Holz sich in der Mitte der Bretter befindet, der Sägewerker das Holz also in keiner Weise „gesundschneiden" kann, so wie das bisweilen bei Holz, das von anderen Holzzerstörern befallen ist, mög-

lich ist (z. B. bei Schäden durch *Tetropium*-Arten an Fichte oder Lärche oder durch *Xyloterus*-Arten an Nadel- und Laubholz). Auch eine Verwendung als Schälfurnier, so, daß die Hauptbefallzone im Stamm in der Endrolle bliebe, ist i. d. R. nicht möglich. Wohl liegt die Zone der größten Holzzerstörung im Zentrum des Stammes, jedoch sind meist auch die peripheren Stammteile so weitgehend in Mitleidenschaft gezogen, daß sie für höherwertige Verwendungszwecke ausscheiden.

Die Tab. 3 und 4 sollen dies zu verdeutlichen versuchen. Sie sind durch Auszählung der Löcher in 4 m langen Pappelbrettern zweier aufgeschnittener Stämme im Sägewerk entstanden. Die Bretter wurden von der Mittellinie aus in Zonen von 5 zu 5 cm eingeteilt. In diesen schmalen Streifen wurden die Löcher ausgezählt und die Summe der Löcher je Streifen in die Felder der Tabellen eingetragen. Es zeigt sich deutlich, daß der schwerste Schaden die Herzbohlen betrifft, daß aber auch aus den Randzonen kaum gesundes Holz gewonnen werden kann. Derartige Stämme haben eben praktisch ihre Nutzholztauglichkeit eingebüßt.

Tab. 3. Verteilung der Löcher nach der Tiefe im Stamm (Stamm I)

45 cm										
				1	1	1			3	
						1			1	
				1					1	
	1	1		1					3	
	2	1	2		1				6	
	1	3	1		2				7	
2	3		2	2	1	1			11	
1	3		1		1			3	9	
2	4	4	1	5	5	1	1	2	25	Herzbohlen
	3		3	8	5	3	2		24	= 58 Löcher
	3	4	6	8	7	3			31	
	1	4	8	4	4	2			23	
1	4	5	5	2	3	5			25	
2	4		4	1	2	2			15	
1		2	3	2					8	
	3	3		2			2	1	11	
	1	2	1	1	2				7	
9	33	29	37	38	34	19	5	6	210	
			Herzbohlen = 109 Löcher							

Tab. 4. Verteilung der Löcher nach der Tiefe im Stamm (Stamm II)

45 cm										
3	6	3	1						13	
2	6	7	4	4					23	
2	6	9	7	3		1			28	
1	4	12	5	5	3	3			33	
1	2	5	5	10	5	1	3		32	
1	1	2	4	3	5	4	3		23	
2	4	2	2	7	2	2	1		22	Herzbohlen
2	2	1	6	6	4	5		1	27	= 72 Löcher
2		1	3	12	4	6	1		29	
		1	5	10	8	3	1		28	
		4	6	10	6				26	
		8	5	7					20	
		4	2	3					9	
16	31	59	55	80	37	25	9	1	313	
			Herzbohlen = 172 Löcher							

3. Eine weitere sehr unangenehme Folge der Schädlichkeit des Bockes ist darin zu sehen, daß eine besondere Eigenart seiner Verbreitung dazu geeignet ist, die Erfolge eines Teils des modernen Pappelanbauprogramms in Frage zu stellen, nämlich die des Pappelanbaus außerhalb des Waldes: In den Befallsgebieten, die ich aufsuchen konnte, zeigte sehr bald der äußere Anschein, daß einzeln stehende, also Alleepappeln, auf Wiesen oder an Wasserläufen stockende Pappeln ein besonders hohes Befallsprozent gegenüber geschlossenen Beständen aufwiesen. Um diesen Eindruck auf gesicherte Grundlagen zu stellen, zählte ich eine größere Menge von Stäm-

men im Einzelstand und zum Vergleich solche in unmittelbar benachbarten Pappelbeständen aus. Die Zählung ergab:

a) Pappeln im Einzelstand

	Stämme	%
Ausgezählt	320	
Nicht erkennbar befallen	35	10,9
Deutlich befallen	241	75,3
Durch Befall praktisch wertlos . .	44	13,8

d. h. also: ein empfindlicher Befall von 89 % der freistehenden Pappeln.

b) Pappeln im Bestand

— Bestandesrand —	Stämme	%
Ausgezählt	59	
Unbefallen	30	50,8
Befallen	29	49,2
— Geschlossener Bestand —		
Ausgezählt	160	
Unbefallen	152	95,0
Befallen	8	5,0

Es steht also hier einem Befall von 89,1 % der freistehenden Pappeln eine Befallsdichte von 49,2 % an den Bestandesrändern und von nur 5 % in den geschlossenen Beständen gegenüber.

Herr Dr. REGNIER, Direktor der Station de Zoologie Agricole in Rouen, Mitglied der Internationalen Pappelkommission, teilte mir auf meine Anfrage mit, daß eine derartige Bevorzugung einzeln stehender Pappeln auch in Frankreich zu beobachten sei. Auch BRAMMANIS (1937) berichtet, der Bock sei vornehmlich an „schattenfreien" Stämmen zu finden. Ferner wird diese Beobachtung von Herrn Forstmeister ULLRICH für das niedersächsische Forstamt Danndorf bestätigt, wo die Verhältnisse in diesem Punkte denen der Rheinebene entsprechen sollen. Es scheint sich also bei dem Ergebnis meiner Auszählung nicht um örtlich bedingte Verhältnisse zu handeln.

Es sei in diesem Zusammenhang auch angemerkt, daß die oben erwähnte SCHWERDTFEGER'sche Umfrage sich an die Forstämter Nordwestdeutschlands gerichtet hat, die Angaben sich also naturgemäß auf die Holzbodenfläche beziehen. Es ist die Frage, wieweit sich die in der Umfrage erzielten Ergebnisse verschieben würden, wenn sie die Summe aller Pappelschäden — auch die außerhalb des Waldes — erfassen würde.

Diese besondere Gefährdung der Pappel im Einzelstand ist eine Tatsache, die für die heute von vielen Seiten, besonders der Gesellschaft für Lignikultur, angestrebte Intensivierung der Pappelholzerzeugung außerhalb des Waldes zu einer ernsthaften Gefahr werden kann. Man wird bei derartigen Versuchen besonders sorgfältig auf einen etwaigen beginnenden *carcharias*-Befall zu achten haben, um gegebenenfalls rechtzeitig Gegenmaßnahmen einleiten zu können.

IV. Gegenmaßnahmen

Die vorstehenden Angaben über die Schädlichkeit von *Saperda carcharias* machen deutlich, wie wichtig es ist, Verhütungs- und Bekämpfungsmaßnahmen gegen dieses Insekt zu finden. Dabei zeigt sich, daß solche

Maßnahmen dem Forstschutz schwierige Probleme aufgeben, und zwar wegen der

hohen Schädlichkeit jedes einzelnen Individuums;

verborgenen Lebensweise der präimaginalen Stadien;

Eigenart des Schädlings, freistehende Pappeln besonders stark anzugreifen, die naturgemäß besitzpolitisch wie räumlich meist weit verteilt und daher in der Organisation forstschutztechnischer Maßnahmen schwer zu erfassen sind.

Wie überall im Pflanzenschutz haben sich auch hier die Maßnahmen gegen den Schädling auf den prophylaktischen Schutz, die „Hygiene" und ggf. auf die Bekämpfung des Schädlings, die „Therapie", zu richten.

1. Vorbeugung

Nach den vorstehenden Untersuchungen zeigt es sich, daß die Gefährdung der Pappeln außerhalb geschlossener Bestände besonders groß ist. Nun hieße es zweifellos, dem Forstschutz eine zu bedeutsame Rolle zuzuweisen, wenn man die Forderung nach möglichster Beschränkung des Pappelanbaus außerhalb des Waldes aufstellen wollte. Man sollte jedoch innerhalb größerer Pappelgebiete unnötige Gefährdungen, wie sie z. B. durch stark aufgelockerte Bestandesränder entstehen können, vermeiden. Wo der Pappelanbau außerhalb des Waldes stattfindet, müssen aber unbedingt alle möglichen Infektionsquellen in der näheren Umgebung beseitigt werden. Wichtig ist hier vor allem die Kontrolle alter Kopfweiden und Pappeln der Nachbarschaft nach den oben ausführlich beschriebenen Befallsmerkmalen. Zeigen solche Bäume *carcharias*-Befall, so sind sie zu entfernen. In stark von *carcharias* verseuchten Gebieten ist der Pappelanbau außerhalb des Waldes ggf. zu unterlassen.

2. Bekämpfung

Sehr stark befallene Pappeln sind abzutreiben. Ihre Entwertung ist i. d. R. so stark, daß es unrentabel wäre, sie stehen zu lassen, zumal sie häufig von innen her zu faulen beginnen. Zudem stellen sie einen Infektionsherd für noch gesunde Pappeln dar. Der Abtrieb solcher Pappeln muß bis spätestens Ende Mai abgeschlossen sein. Nach diesem Termin beginnt die neue Käfergeneration bereits zu schlüpfen. Bis Ende Mai kann der Eingriff über den vorausgehenden Winter verschoben werden, wenn das Forstamt vordringliche Aufgaben zu erfüllen hat, ohne daß ein zusätzlicher Schaden entsteht.

Ein Weg zur biologischen Bekämpfung des Schädlings bietet sich zunächst nicht an. — Daß es mit den Mitteln, die die chemische Insektenbekämpfung bis zum heutigen Tage in der Hand hat, mittels einfacher Stammspritzung gelingt, die Larven in den tief in das Holz hineingetriebenen Gängen zu erreichen, ist sehr unwahrscheinlich. So schlugen auch, trotz erheblichen Giftaufwandes, Versuche fehl, die ich mit Bayer E 605 f in der Hoffnung auf die Gasdruckwirkung des Präparates unternahm. Lediglich einige Larven, die sich in der Nähe der Gangöffnung befunden hatten, wurden getötet. Die Larven, die im Innern der Stämme ihrer Nagetätigkeit nachgingen — sie stellten die überwiegende Mehrzahl dar — überlebten die Spritzung sämtlich. Sie zeigten auch bei der Weiterzucht in mit Pappelholz besetzten Glasröhrchen keine Vergiftungserscheinungen.

In Italien ist man dazu übergegangen, die Larvenbekämpfung durch systematisches Absuchen der Stämme nach *carcharias*-Gängen vorzunehmen. Bei diesem Verfahren untersuchen einige Arbeiter Stamm für Stamm; die

Auswurflöcher, die aufgefunden werden, werden mit einem kleinen, gebogenen Messer, dem „sgorbia", erweitert. Zur Abtötung der Larve sind zwei Spezialmittel entwickelt worden: Das „Mastice Antiverme", welches aus einer großen Tube in den Larvengang gedrückt wird, sowie die „fuscelli antitarlo", kleine, streichholzartige Stäbchen, die an der Kuppe mit Zinkphosphatpräparaten überzogen sind. Sie entwickeln, wenn sie in den Gang eingeführt werden, auf Grund der Feuchtigkeit giftige Gase, die die Larve abtöten. VIVIANI (1951) gibt an, daß ein zwei- bis vierjähriger Bestand von 2000 Stämmen bei 10% befallenen Pflanzen in 40 Arbeitsstunden von einem Arbeiter durchgesehen und versorgt werden kann. Bei durchschnittlich zwei Larvengängen je befallenem Stamm braucht man ca. 8 Schachteln „fuscelli antitarlo"

= 640 L =	4,50 DM	dazu 40 Arbeitsstunden:
= 3600 L =	25,00 DM	
4240 L =	29,50 DM	je Jahr.

Das Verfahren ist zweifellos wirksam und hätte auch in Deutschland gewisse Anwendungsmöglichkeiten. Insbesondere bietet es sich für die Bekämpfung der Larven in den Stöcken der Pappelmutterquartiere an: Die intensive Bewirtschaftung dieser Flächen ließe den hohen Arbeitsaufwand gut zu, und die zu kontrollierenden Pflanzenteile sind klein — es handelt sich ja lediglich um die kurzen oberirdischen Teile der Stöcke; der Übersehfehler könnte also relativ gering bleiben. Auch für Einzelpappeln im Kleinbesitz, die ja besonders befallsdisponiert erscheinen, gibt das Verfahren eine sehr brauchbare Handhabe zum Schutz gegen den Schädling: Der Besitzer kann hier mit geringstem organisatorischen Aufwand und sehr niedrigen Kosten seine Pappeln von den Larven befreien.

Schwieriger liegen schon die Verhältnisse in größeren Pappelflächen. Es wird schwer sein, hier die gesamte Larvenpopulation zu erfassen, der Übersehfehler wird trotz des verhältnismäßig hohen Arbeitsaufwandes hoch bleiben und die Kosten würden sich bei unseren höheren Arbeitslöhnen wesentlich teurer darstellen. Zudem ist eine Behandlung der Stämme ja nur bis in Reichhöhe der Arbeiter durchführbar, bis zu der allerdings die Hauptbefallszone liegt. Der Hauptmangel des Verfahrens liegt jedoch darin, daß ja nur die Larven erfaßt werden, die bereits ihre Gänge sichtbar angelegt, den Holzwert also bereits beeinträchtigt haben. Man vermindert also lediglich das Vermehrungspotential der Art. Ob diese Verminderung so vollständig ist, daß man nach und nach die Populationsdichte des Schädlings merkbar herabdrückt, steht noch dahin. Unter Umständen sind im hiebsreifen Holz zwar regelmäßig die Larven im Holz abgetötet worden, die Gänge sind aber trotzdem vorhanden und die Wertminderung des Nutzholzendes besteht nach wie vor — trotz der aufgewandten Bekämpfungskosten.

Es ist daher die Frage, ob nicht die Möglichkeit besteht, die K ä f e r beim Reifefraß in den Kronen zu erfassen, oder, was noch wirtschaftlicher wäre, die ♀♀ bei der Eiablage an den Stämmen mit Kontaktinsektiziden in Berührung zu bringen: hierbei würde man gleichzeitig das Holz vor Neubefall schützen. Die Käfer mit einer einmaligen Bekämpfung in ihrer Gesamtheit zu erfassen, ist bei der zeitlichen Ausdehnung der Flugzeit, der räumlichen und besitzpolitischen Zerstreutheit der Pappeln häufig wohl kaum möglich.

Einen Versuch, die Käfer beim Reifefraß in den Kronen zu erreichen, unternahm ich durch Vermittlung der Forstschutzstelle Südwest im Juli 1950 mit freundlicher Unterstützung der Firma MANKE (Weinheim). Die Firma stellte hierzu ihren Lawrence-sprayer zur Verfügung, ein neuartiges amerikanisches Spritz- und Nebelgerät.

Nebel- und Spritzrohr sind in zwei Ebenen schwenkbar. Die Spritze wird von einer Zugmaschine aus betrieben; sie erreicht eine Wirksamkeit bis ca. 30 m Höhe. Zur Bedienung sind mindestens zwei Mann erforderlich.

Das Gerät eignet sich vorzüglich zur Behandlung von Allee-Pappeln und Bestandesrändern, wäre also in gewissem Sinne zur spezifischen Bekämpfung des großen Pappelbocks gut verwendbar. Es ist jedoch ziemlich schwer und außerhalb fester Straßen und Wege wenig bewegungsfähig, also für die Behandlung einzelner Bäume in Kleinbesitz — und gerade das wäre bei *S. carcharias* bedeutend — ungeeignet. Innerhalb geschlossener Bestände stößt die Verwendung des Lawrence-sprayers auf erhebliche Schwierigkeiten. Es wurden mit diesem Gerät auf jede der 28 m hohen Pappeln 10 l Giftflüssigkeit verspritzt, und zwar 1. Multanin (Schering) 1%ig und 2. Aktivgerasol (Spiess) 1%ig.

Testversuche ergaben keine Abtötung der Käfer. Wie Kontrollversuche mit denselben Giften, bei denen die Blätter in die Giftbrühe eingetaucht waren, ergaben, ist das Versagen des Bekämpfungsversuches mit dem Lawrence-sprayer auf einen zu geringen Giftbelag zurückzuführen. Bei Verwendung größerer Flüssigkeitsmengen dürfte dies — allerdings ohnehin schon nicht ganz billige Verfahren — also zu guten Erfolgen führen.

Weniger kostspielig dürfte es sein, mit der Rückenspritze die weitaus am stärksten gefährdeten und in ihrem Holzwert wichtigsten unteren Stammteile mit Kontaktgiften zu behandeln. Man würde auf diese Weise die ♀♀ bei der Eiablage erfassen, bei der sie zur Unterbringung nur eines Eies eine Viertelstunde intensiv an einer Stelle der Rinde arbeiten. Zwar besteht auch hier das Bedenken, daß man die Befallzone oberhalb 3 m nicht miterfaßt, die bei älteren Bäumen immerhin bis 30 % der Gänge enthalten kann. Man würde jedoch hierbei — neben der Möglichkeit einer langsamen Senkung der Populationsdichte des Insekts — bewirken können, daß die Gänge erst gar nicht angelegt werden, das Holz also unversehrt bleibt. Zu empfehlen sind für diesen Zweck schnellwirkende Gifte, die die ♀♀ während der Eiablage bereits lähmen oder sie mindestens an der Ablage weiterer Eier verhindern. Wenn man durch aufmerksame Beobachtung der Kronen gefährdeter Pappelbestände den Beginn des Reifungsfraßes ermittelt, ist man in der Lage, seine Maßnahmen zum voll wirksamen Zeitpunkt anlaufen zu lassen. Man vermeidet dadurch unnötig frühe Anwendung der Gifte und nützt so die Wirkungsdauer der Präparate besser aus. Dies ist im vorliegenden Fall deswegen um so günstiger, als man sehr schnell wirkende Mittel anwenden muß, die den Käfer möglichst schon an der ersten Eiablage hindern. Diese rasche Wirkung ist besonders bei den Hexamitteln gegeben, deren Wirkungsdauer gegenüber den DDT-Präparaten aber kürzer ist.

Bei Anwendung kombinierter Hexa- und DDT-Präparate, z. B. Multanin (Schering) und Aktivgesarol (Spiess) spart man durch präzise Wahl des Zeitpunktes die Haftmittel, an deren Verwendung man sonst zu denken hätte. Wie weit die neuzeitlichen selektiven Fraßgifte, die als Insekticide eine immer größere Bedeutung zu bekommen scheinen, sich in

diese Form der Bekämpfung einschalten lassen, ist noch nicht abzusehen. Immerhin sei darauf hingewiesen, daß das ♀ bei der Anlage der Einische das Nagematerial nicht verzehrt, sondern lediglich aus der Rinde herausreißt.

Bei allen Bekämpfungsmaßnahmen wird man befriedigende Ergebnisse nur erzielen, wenn man in mindestens zwei aufeinanderfolgenden Jahren gegen den Schädling vorgeht, da man bei der zweijährigen Generation des Bockes sonst nur einen Generationszyklus erfassen würde.

Zusammenfassung

Die Untersuchungen der vorliegenden Arbeit ergaben:

1. Die Generationsdauer von *Saperda carcharias* L. beträgt in Mitteleuropa zwei Jahre.
2. Die Dauer der einzelnen Entwicklungsabschnitte entspricht der Bionomieformel 7—5, 6/6+67 (8).
3. Das typische *carcharias*-Fraßbild ist ein im Stamm nach oben oder unten verlaufender Hakengang. Abwandlungen dieser Form kommen vor. Über die Befallshöhe am Stamm entscheidet der Grad der Verborkung.
4. *S. carcharias* ist offenbar kein Zelluloseverdauer und kann mithin lagerndes, trockenes Holz nicht befallen.
5. Die aus der Rheinebene stammenden *S. carcharias*-Populationen machen im Laufe ihrer Entwicklung zwei Entwicklungsunterbrechungen durch: eine Diapause im Eistadium und eine Quieszenz (jüngere Stadien) oder Diapause (ältere Stadien) im Larvenleben. Die Larvendiapause kann durch Temperaturschock unterbrochen werden.
6. Die Puppenruhe beträgt etwa drei Wochen. Die Imagines bedürfen eines Reifungsfraßes. Die Eizahl je ♀ liegt bei 24 bis 36. Zur Eiablage wird ein Spalt in die Rinde genagt, in den das Ei geschoben wird.
7. *S. carcharias* ist in west-östlicher Richtung von Spanien bis Korea in ganz Europa und in großen Teilen Asiens verbreitet. Die nördliche Verbreitungsgrenze in Europa liegt in Lappland, die südliche im südlichen Balkan, Mittelitalien, Spanien. In der Neuen Welt fehlt *S. carcharias*.
8. Die nördliche Verbreitungsgrenze ist offenbar durch das Fehlen der entwicklungsnotwendigen Wärmemenge bedingt. Ungünstige Wärmeverhältnisse bedingen anscheinend auch die dreijährige Generationsdauer in Schottland.
9. An natürlichen Feinden von Saperda carcharias sind eine Braconide und sechs Ichneumonidenarten bekannt.
10. *S. carcharias* bedingt physiologische Schädigungen der Pappel durch Hervorrufen von Kümmerwuchs, Bruchgefahr und Stammdeformationen. Die Larvengänge erhöhen die Disposition der Stämme für Pilzinfektionen und Fäulnis. Der technische Schaden beruht in erster Linie in der Verminderung oder Aufhebung der Nutzholzqualität der Stämme. Der Schaden im Verkaufserlös je fm kann 75 % betragen.
11. Die Befallsdisposition einzeln stehender Pappeln gegenüber bestandsweise angebauten Pappeln ist ungleich viel höher.

12. Als Maßnahmen der Vorbeugung gegen S. carcharias sind zu empfehlen: Pappelerziehung in geschlossenen Beständen. Bei Erziehung im Einzelstand: Kontrolle der Weiden und Pappeln der Umgebung auf *carcharias*-Befall, ggf. Entfernung solcher Infektionsquellen.
13. Bekämpfungsmaßnahmen: Abtrieb stark befallener Pappeln bis spätestens Ende Mai. An einzelnen Pappeln und in Pappelmutterquartieren ggf. Bekämpfung nach dem italienischen Verfahren der Einzelbehandlung der Larvengänge. Nach Auftreten der ersten Imagines, das durch Feststellung des Blattfraßbildes präzise bestimmt werden kann, Spritzen der wertvollsten und gefährdetsten Stammzonen mit Kontaktgiften, am besten Hexamitteln, zur Verhinderung der Eiablage. Wiederholung der Maßnahme im Folgejahr wegen der zweijährigen Generationsdauer des Schädlings.

Literaturverzeichnis

Adlerz, H., Svenska Skalbagger. Stockholm 1916. — Barbey, A., Traité d'Entomologie forestière. Paris 1925. — Barovsky, V., Übersicht über die Arten der Gattung *Saperda* L. in den UdSSR. Trav. Inst. Zool. Act. Sci. USSR, Leningrad 1932. — Becker, G., Zur Morphologie und Physiologie holzzerstörender Käfer. Z. angew. Entom. 30, 1943. — Ders., Ergebnisse der Hausbockforschung. Anz. f. Schädlingskde. 22, 1949. — Bedel, L., Faune des coléoptères du bassin de la Seine, Bd. V. Paris 1889—1901. — Bergstraesser, J. A. B., Nomenclatur und Beschreibung der Insecten der Grafschaft Hanau-Münzeberg wie auch der Wetterau und der angrenzenden Nachbarschaft dies- und jenseits des Mains. Hanau 1778. — Boas, J. E. V., Danske Forstinsekters. Kopenhagen 1896—98. — Bongini V., Un nemico dei Pietamenti di Pioppo. Osservatorio Fitopat. Turin, Foglio d'Istruzione, Turin 1920. — Borchert, W., Die Verbreitung der Käfer Deutschlands. Berlin 1938. — Brammanis, L., Der große Pappelbock *Saperda carcharias* L. und die Aspenfäule. Meza dzive 1937. — Branasik, C., Die Käfer der Steiermark. Graz 1879. — Bremer, H., Grundsätzliches über den Massenwechsel der Insekten. Z. angew. Entom. 1929. — Bugnion, E., L'appareil copulateur des longicornes du sex mâle. Bull. Biol. France et Belgique, Paris 1931. — Butovitsch, V., Zur Kenntnis der Paarung, Eiablage und Ernährung der Cerambyciden. Entomologisk T. 1939. — Cecconi, G., Großer Pappelbock *(Saperda carcharias)* und Weidenbohrer *(Cossus cossus)* als Schädling der Silberpappel in Lunigiana. L'Alpe, Riv forestale Ital. 1914 (Referat: Z. angew. Entom. 1916). — Ders., Man. di Entomologia forestale, Padua 1924. — Chauvin, R., Physiologie de l'insecte. Paris 1950. — Clement, A. L., Les insectes du saule. La vie agric et rur. 1916. — Cook, W. C., The distribution of the Alfalfa weevil (*Phytonomus posticus* Gyll.). J. Agr. Res. 30, 1925. — Cramer, H. H., Die geographischen Grundlagen des Massenwechsels von *Epiblema tedella* Cl. Forstwiss. Cbl. 1951. — Ders., Untersuchungen über den großen Pappelbock *Saperda carcharias L.* Diss. a. d. Univ. Göttingen, 1952. — Donovan, E., Insects of China. London 1798. — Mc. Dougall, R. S., Insect Enimies of 1928. Trans. Highl. Agric. Soc. Scottl. 1929. — Eidmann, H. A., Lehrbuch der Entomologie. Berlin 1938. — Ders., Verbreitung und Schadgebiete des Tannentriebwicklers *Cacoecia murinana* HB. Anz. f. Schädlingskde. 1949. — Ders., Das Problem der Indifferenz. Die Naturwissenschaften 1949. — Ders., Grundsätzliches über die Ursachen der Verbreitung und Populationsdichte der Insekten. Verh. d. dtsch. Zool. 1948 in Kiel. Leipzig 1949. — Escherich, K., die Forstinsekten Mitteleuropas, Bd. 2. Berlin 1923. — Everts, J. E., Coleoptera Neerlandica. s'Gravenhage 1899—1929. — Fuesslin, J. C., Verzeichnis der ihm bekannten Schweizer Insecten. Zürich/Winterthur 1775. — Gebler, F. v., Bemerkungen über die Insekten Sibiriens, vorzüglich des Altai. Berlin 1830. — Gerhardt, J., Verzeichnis der Käfer Schlesiens, preußischen und österreichischen Anteils. Berlin 1910. — Gillanders, A. T., Forest Entomologie. Edinburgh 1912. — Hegi, G., Illustrierte Flora von Mitteleuropa. München 1912. — Heitz, E., Über die interzelluläre Symbiose bei holzfressenden Käferlarven. Z. f. Morphologie und Ökologie d. Tiere, 7, 1927. — Hessmer, H. und Mitarb., Das Pappelbuch. Bonn 1951. — Hoffmann, A., Beitr. z. Coleopterenfauna des Neusiedler-Seegebiets. Entom. Anz. Wien 1925. — Hoppe, D. H., Enumeratio insektorum elyteratorum circa Erlangen. Erlangen 1795. — Jacobs, W., Käfer aus dem Gebiet von Goslar. Entom. Anz. Jhg. XI, 1931. — Jensen, A. C., Danmarks Fauna. Kopenhagen

1914. — JOY, N. H., A practical handbook of British beetles. London 1932. — JUNK, W. und SCHENKLING, S., Coleopterum Catalogus, Bd. 73/74 1922/23. — KANGAS, E., Forstentomologische Studien an der Espe. Helsinki 1942. — Ders., Aspens avtorkning belyst av entomologiske analyser. Entom. Meded., Kopenhagen 1940. — KANTHARDSCHIJOVA-MINKOWA, C., Übersicht über die Familie der Cerambyciden. Mitt. d. bulg. Entom. Ges., Sofia 1936. — KEMNER, N. A., Zur Kenntnis der Entwicklungsstadien und Lebensweise der schwedischen Cerambyciden. Entom. T. 43, 1922. — KIEFER, H. und MOOSBRUGGER, J., Mitt. d. entom. Ges. Wien 1932. — KIRCHNER, LOEW und SCHROETER, Lebensgeschichte der Blütenpflanzen, Bd. 2. Stuttgart 1908. — KRAATZ, Über die Bockkäfer Ostsibiriens. Dtsch. Entom. Z. 23, 1879. — KIRCHBAUMER, J., Die Longicornen Graubündens. Entom. Z., Stettin 1848. — KÜSTER, H. J., Die Käfer Europas. Nürnberg 1846. — LAICHARTING, J. N. v., Verz. der Tyroler Insekten. Innsbruck 1781. — MAMAEV, K. A., A preliminary list of agricultural pests of the Kamen region. Izv. sibirisk kraev. Stantz. Zashch. Rast (Referat: Rev. of appl. Entom. 1931, Tomsk 1929). — MANDL, K., Systemat. Zusammenstellung einer Sammelausbeute aus Transbaikalien und dem Ussurigebiet. Wiener Entom. Z. 48, 1931. — MULSANT, M. E., Histoire naturelle des celéoptères de France. Paris 1839. — NECHLEBA, A., Sebechrana larvy tesrika oskového drsného (*Saperda carcharias* L.) proti nepratelum zivo cisnym (Selbstschutz der Larven des großen Pappelbockes gegen feindl. Lebewesen). Lesnicka préce 8, 1929. Osservatorio autonomo di Fitopatologia, Ber. Januar bis Dez. 1914, Turin 1914. Dass., Ber. Januar bis Dezemb. 1918, Turin 1918. — PERTY, M., Observationes nonnullae in coleoptera indiae orientalis, München 1831. — PICARD, F., Faune de France, Bd. 20, Coléoptères. Paris 1929. — PICCAROLO, G., Il Pioppo. Rom 1952. — PITTIONI, E., Die Käfer von Niederdonau. Niederdonau Natur und Kultur, Wien/Leipzig 1943. — PJATAKOWA, v., Beitr. zur Coleopteren-Fauna Podoliens. Entom. Anz. IX, 1929. — PORTA, A., Fauna Coleopterologica Italica, Bd. 4. Piacenca 1934. — RAPP, O., Die Käfer Thüringens. Erfurt 1933—35. — REGNIER, R., Du rôle des insectes dans la désorganisation d'un arbre. La faune Entomologique des peupliers, Act. Mus. Rouen 1925. — Ders., Contribution à l'étude du rôle des insectes dans la propagation du charnare des peupliers. Congr. Int. Entom. Paris 1932. — REINECK, G., Die Insekten der Mark Brandenburg, Bd. 2, Col. Cer. Beih. d. dtsch. Entom. Z., Berlin 1919. — RIPPER, W., Zur Frage des Zelluloseabbaues b. d. Holzverdauung xylophager Insektenlarven. Z. vergl. Physiol. 13, 1930. — RITCHIE, W., The Structure, Bionomics and Economic importance of *S. carcharias* L., the large poplar Longhorn. Ann. App. Biol. Cambridge 1920. — RÖHRIG, E., Geographische Verbreitung und Schadvorkommen des Eichenwicklers. Allg. Forstz. 1950. — ROUBAL, J., Kat. coleopt. Bratislava 1936. — RIEKE, F., Cerambycidae in: Verh. d. Ver. f. naturwiss. Heimatforsch. f. Nordhann. Hamburg 1939. — SCHAUFUSS, C., Calwers Käferbuch II, 1916. — SCHLOTTKE, E., Über die Verdauungsfermente in Holz fressender Käferlarven. Zool. J. 1945. — SCHMUCKER, Th., Die Baumarten der nördl. gemäßigten Zone und ihre Verbreitung. Schriftenreihe d. int. Forstzentr. Nr. 4, 1942. — SCHWERDTFEGER, F., Pappelvorkommen und Pappelkrankheiten im NW-dtsch. Walde. Pappelwirtsch., Mitt. d. dtsch. Pappelver. H. 2, 1949. — SEYDLITZ, G., Fauna Transsylvanica (Die Käfer Siebenbürgens). Königsberg 1891. — SIEBKE, H., Enumeratio insectorum Norwegicorum. Christiania 1880. — SSELITSCHENSKAJA, A., Die Ernährung des Pappelbockes (*Saperda carcharias* L.). Anz. f. Schädlingskde. 1935. — STARK, V., Der Einfluß des Bodens auf die Schädlingsfauna der Aspe. Défense des plantes 3, Leningrad 1926. — STEPHENS, J. F., A systematic catalogue of British insects. London 1829. — STRAND, A., Die Käferfauna von Svalbrad. Oslo 1942. — WALKENAER, C. A., Faune Parisienne, Insectes. Paris 1802. — WESTWOOD, J. O., Insects of China. London 1842. — VERNON-WOLLASTON, T., Insecta Madeirensia. London 1854. — VIVIANI, W., La Lotta contro gli insetti xilofagi del Pioppo. Humus 8, 1951. — WÖRNDLE, A., Käfer von Nordtirol. Wien 1950. — ZETTERSTEDT, J. W., Fauna insectorum lapponica. Hammonia 1828. — ZOLK, K., Metsakalijurite esineurine Eestris. Estl. Forstwiss. J. 7, Tarta 1935. — ZWÖLFER, W., Studien zur Epidemiologie und Ökologie der Insekten. Z. angew. Entom. 1931—1935. NN. Bol. Soc. Entom. Espan., Saragossa 1918.

Die ökologischen (parasitologischen) Beziehungen zwischen Wassermilben *(Hydrachnellae, Acari)* und Süßwasser-Mollusken

Von

Karl Viets, Bremen und Hans-Peter Plate, Berlin

Mit 9 Abbildungen

Wie im Titel unserer Arbeit einschränkend gesagt ist, werden in den folgenden Ausführungen die in Süßwasser-Muscheln und -Schnecken vorkommenden Wassermilben behandelt[1]). Die Beziehungen zwischen Milben und landlebenden Mollusken — das „insecte des limaçons" Réaumurs (1710), die „louse on snails" Bakers (1743) u. a. mehr — bleiben jetzt unberücksichtigt[2]).

Als früheste literarisch belegte Beobachtung von Wassermilben in Muscheln dürfte die Joblots 1718 anzuführen sein. Joblot sah, nachdem er ein paar Tage vorher einige „huitres ou moules" aus den „canaux des Seaux et aillieurs" in einem Gefäß gehalten hatte, im Wasser „nouveaux animaux", die er dann beschrieb und auf Tafel 4, Figur g abbildete. Bei den Tieren handelte es sich ohne Zweifel um eine Milbe der Gattung *Unionicola* Haldeman 1842.

Erst Bonz 1783 beschrieb und benannte dann, gefunden „inter labia" in der „in fossis suburbanis urbis patriae, Esslingae" in Württemberg häufigen *„Mytulus cygneus* Cl. Linnaei" (= *Anodonta cygnea* L.)[3]), als *Acarus ypsilophorus,* die Milbenart, die als *Unionicola (Parasitatax) ypsilophora* (Bonz 1783) sicher identifiziert, heute in weiter Verbreitung bekannt ist (Abb. 1 u. 2). Den gleichen *Acarus* („eundem Acarum"), also den *„Cygneus"*-Schmarotzer, hat Bonz trotz vielen Suchens nur einmal („sed unicum saltem") in *Mya pictorum* Linné (=*Unio pictorum* L.) gefunden. Es ist fraglich, ob es sich darin um die gleiche Milbenart gehandelt hat; auch Bonz wagte nicht, das Tier daraufhin als *Mya* (= *Unio*-)-Bewohner anzusprechen.

Rathke 1797 bemerkte bei der Untersuchung von *Mytilus cygneus* (= *Anodonta cygnea* L.) aus dänischen Gewässern Eier, Entwicklungsstadien und Adulti einer anderen Wassermilbe, *Trombidium vittatum* genannt[4]), die von *Unionicola ypsilophora* unterschieden, wenn auch subgenerisch und spezifisch nicht zu deuten ist.

---

[1]) Der die *Hydrachnellae* betreffende Teil wurde von Viets, der die Mollusken angehende Abschnitt von Plate bearbeitet.

[2]) Pelseneer 1928 vermerkt nur summarisch und lückenhaft einige Befunde über *Hydrachnellae* in Muscheln und Schnecken. André & Lamy 1930 b stellten referierend zusammen, was über „Les acariens parasites des mollusques" bekannt war, ohne jedoch ökologisch-parasitologische Fragen zu diskutieren.

[3]) Die Molluskennamen in Klammern entsprechen der zur Zeit geltenden Nomenklatur.

[4]) Über den Namen *vittatum* vgl. Oudemans 1929 (467) und 1937 b (1720).

Abb. 1. *Unionicola (Parasitatax) ypsilophora* (Bonz 1783). Unterseite des ♀ ohne Maxillarorgan und Palpen; zu sehen die jederseits 4 Epimeren (Hüftplatten) mit den Beinen, am Körperhinterende das Genitalorgan; zwischen den Hinterbeinen die losgetrennte Rückenhaut mit 2 zarten Chitinplatten darin

Abb. 2. *Unionicola (Parasitatax) ypsilophora* (Bonz 1783). Die zum ♀ der Abbildung 1 gehörenden Palpen (vordere Reihe); hinten links das Chelizerenpaar in Seitenlage, rechts das Maxillarorgan von oben gesehen

In den nächsten Jahren beschrieb PFEIFFER 1825 die BONZsche Art *ypsilophora* unter dem Namen *Limnochares anodontae* von den Mantelhäuten der *Anodonta cellensis* (= Langformen von *Anodonta cygnea* L.). K. E. von BAER traf 1827 die gleiche Art, als *Hydrachna concharum* bezeichnet, in *Unio pictorum* L. und *Anodonta ventricosa* (= Teichformen von *Anodonta anatina* L.). Aus den Beobachtungen der drei Autoren RATHKE, PFEIFFER und BAER geht hervor, daß die Milben in den Kiemen und auf den Mantelhäuten der Muscheln leben. Sie wurden dort in allen Stadien, freilebend und im Ruhezustande gefunden. Schon zu diesem recht frühen Zeitpunkt unserer Kenntnis von den Wassermilben überhaupt — O. F. MÜLLERS „*Hydrachnae* etc." erschienen 1781 und sehr viel mehr wurde in den nächsten 50 Jahren danach nicht hinzugefügt, ganz zu schweigen in entwicklungsgeschichtlicher Hinsicht — war damit die Entwicklung der Wassermilben vom Ei bis zum Adultus bekannt geworden, wennschon sie in ihren Zusammenhängen noch nicht hatte erkannt werden können.

Durch die an und in der Mantelhaut der Muscheln sich entwickelnden Eier, in der Zahl „sehr bedeutend" (PFEIFFER), durch die lebenden Milben, die „sich von dem Blute derselben ernähren", pro Muschel ebenfalls oft zahlreich, „selten mehr denn 30—50 in einer Muschel", wird diese geschädigt; sie „scheint durch diese Parasiten sehr zu leiden, ist matt, mager, unfruchtbar, ihre sogenannten Kiemenblätter sind schlaff, und befinden sich in einem der Verwesung ähnlichen Zustande". PFEIFFER beobachtete als erster das Eindringen der Milben durch die hintere Mantelspalte der Anodonten.

K. E. v. Baer, der in Anodonten fast immer eine Milbe fand, ist der Ansicht, daß diese sich „von dem Schleim der Muschel zu nähren scheint".

Als *Hydrachna triangularis* beschrieb Say 1821 in USA eine Milbe aus *Unio cariosus* (= *Lampsilis ovata cariosa* Say). In dieser Form, die Piersig später als ssp. *haldemani* zu *ypsilophora* auffaßte, dürfte es sich um *ypsilophora* handeln, die aus Nordamerika verbreitet bekannt ist.

Perty 1832 stellte „*Hydrachna concharum*" in *Anodonta anatina* L. bei München fest. Auch hierin handelt es sich sicher um *Unionicola ypsilophora.*

Dana & Whelpley 1836 beschrieben aus New Haven (USA) zwei „*Hydrachnae*". *Hydrachna formosa,* „found most abundant in the *Anodonta cataracta* (= *Pyganodon cataractus* Say) in one specimen of which there were forty four individuals; also in *Unio purpurata* (= *Proptera purpurata* Lamarck)". In ersterer liegt wohl *Unionicola ypsilophora* vor; die aus *Proptera purpurata* Lam. gemeldeten Tiere dürften einer anderen Art angehören. Die zweite Art der beiden Autoren, *Hydrachna pyriformis* aus *Alasmodonta undulata* (= *Alasmidonta undulata* Say) besitzt einfache Fußkrallen, nicht doppeltzinkige wie *Unionicola ypsilophora.* Diese *Hydrachna pyriformis* ist vermutlich eine *Pentatax*-Art und wohl mit einer der später durch Wolcott beschriebenen Formen identisch; es ist jedoch nicht möglich, die alte Beschreibung zu deuten.

Im Jahre 1842 beschrieb Haldeman aus den östlichen USA unter dem Gattungsnamen *Unionicola,* einem Namen, der die nomenklatorisch ungültige Bezeichnung *Atax* ersetzte, aber noch lange auf endgültige Anerkennung warten sollte, folgende „Arten":

Unionicola oviformis aus *Unio radiatus* Gmelin (= *Ligumia radiata* Gmelin)
Unionicola lactea aus *Unio cariosa* (= *Lampsilis ovata cariosa* Say) und *Anodon cataractus* Say (= *Pyganodon cataractus* Say)
Unionicola personata aus *Unio cylindricus* Say (= *Quadrula (Ortonymus) cylindricus* Say)
Unionicola humerosa aus *Unio cylindricus?* Say (= *Quadrula (Ortonymus) cylindricus* Say)
Unionicola symmetrica
Unionicola proxima aus *Unio radiatus* Gmelin (= *Ligumia radiata* Gmelin)
Unionicola lugubris aus *Unio subtentus* Say (= *Ptychobranchus (Subtentus) subtentus* Say)
Unionicola unicolor aus *Alasmodon rugosus* (= *Strophitus undulatus* Say) und *Unio verrucosus* (= *Tritogonia verrucosa* Raf.)
Unionicola reticulata aus *Unio viridis Raf.* (= *Platynaias viridis* Raf.)

Alle diese Milbenformen, von Haldeman fast nur nach Merkmalen in der Färbung unterschieden, werden systematisch zu *Unionicola ypsilophora* gestellt.

Haldeman fand die Tiere „upon, or between the branchiae, or between the branchiae and the body". Wenn schon bis dahin niemand (und auch heute noch nicht) gesehen hatte, daß die Tiere wirklich und direkt vom lebenden Gewebe der Muscheln fressen, also parasitisch wären, so hat Haldeman doch beobachtet, daß die Milben, „although they do not penetrate into the substance of the mollusca upon which they are parasitic, they

will penetrate into the interior of the detached pieces given them for food, when kept in vessels for observation". Das ist eine Beobachtung, die später durch WELSH bestätigt wurde. Hinsichtlich der Widerstandsfähigkeit der Milben fand HALDEMAN sie „moving in a *Unio*, the outside layer of which was frozen". Als Gegenteil in thermischer Hinsicht sah PFEIFFER noch lebende Milben in *Anodonta cellensis* (= Langformen von *Anodonta cygnea* L.), obgleich er diese „durch Aufgießen von siedendem Wasser getötet hatte".

CHARVET 1840 fand in „un assez grand nombre" Milben zwischen den Kiemen und zwischen Kiemen und Körper von Anodonten. Er hält „la glaire qui enduit les surfaces des mollusques, et dans laquelle nos hydrachnes sont sans cesse placées" für „nécessaire à leur existence, soit comme milieu favorable, soit comme moyen de nutrition, car elles ne s'implantent jamais dans le corps des mollusques par les appendices mandibulaires".

P. J. VAN BENEDEN 1848 untersuchte die Entwicklungsgeschichte einer in Anodonta lebenden, von ihm irrtümlich *Atax ypsilophora* genannten, weil auf BONZ bezogenen *Unionicola*-Art, die, von KOENIKE 1882 neu als *Atax intermedius* benannt, heute als *Unionicola (Pentatax) intermedia* (KOENIKE 1882) im System erscheint. Von den uns jetzt nicht interessierenden, auf die Ontogenie der Milben sich beziehenden Untersuchungen BENEDENS abgesehen, sind als ökologische Ergebnisse festzuhalten: Die Milbe „dépose ses oeufs dans l'épaisseur du manteau des Anodontes, surtout dans le voisinage des branchies et la partie antérieure du corps". BENEDEN fand die Eier der Milben in der genannten Region der Mantelhaut als eine „infinité de petits corps de forme ovale" während des ganzen Jahres und in verschiedenen Entwicklungsstadien, und er beobachtete frisch abgesetzte Eier „au milieu de l'hiver comme en plein été", woraus er mit Recht schließt „la ponte a donc lieu d'une manière continue", weshalb „il n'y a point d'époque périodique pour les amours". „On le trouve en abondance dans l'épaisseur du manteau, dans la peau qui recouvre le pied, dans les lames branchiales, ou les lèvres des Anodontes. Nous en avons observé dans toutes les saisons de l'année. Les oeufs sont éparpillés et les embryons se développent sur toutes les parties du corps sans distinction. Il n'y a guère d'anodonte qui ne soit infestée de ce parasite."

C. VOGT berichtete 1849 kurz über BENEDENS Befunde, ohne neue Tatsachen beizubringen.

JOHNSTON erwähnt 1853 in seiner „Einleitung in die Konchyliologie" nur, daß „zwei bis drei verschiedene Zecken-Arten" „zur Plage der Süßwassermuscheln geworden" seien. Er hält die von BAER, PFEIFFER und RATHKE beobachteten Milbenformen ganz richtig für e i n e Art.

DROUET hat 1853 ovigere Milben in *Anodonta cellensis* (= Langformen von *Anodonta cygnea* L.) und *Anodonta piscinalis* (= *Anodonta anatina* L.) aus der Aube beobachtet, aber auch „très jeunes parasites en voie de développement", die „au reste, parcourent toutes les parties du corps, et j'en ai vu jusque dans l'ovaire". Derselbe Autor nennt 1865 als Milbenwirte (für *U. ypsilophora*) *Anodonta cygnea* Linn. (var. *cellensis*) (Anm. d. Verff.: Das sind wiederum Langformen von *Anodonta cygnea* L.) und *Anodonta ponderosa* Pfeiffer (var. *Dupuyi* ou *subponderosa*) (= Teichformen, die zur Art *Anodonta anatina* L. zählen) aus einem Kanal bei Troyes.

Ed. Claparèdes klassische „Studien an Acariden" 1869, in denen erneut auf die Entwicklungsgeschichte der in Muscheln lebenden Wassermilben eingegangen wird, bringen neben einer Fülle von Beobachtungen eine klare Unterscheidung in der Taxonomie und Nomenklatur wenigstens einiger der beobachteten Muschelmilben. Bislang waren ± bekannt *Unionicola ypsilophora* Bonz, die sp. incert. *U. vittata* Rathke und *U. „ypsilophora"* Beneden, syn. = *intermedia* Koenike. Claparède erkannte zwei unterschiedliche *Unionicola-Arten*, je eine aus *Anodonta cellensis* (= *Anodonta cygnea* L.) und aus *Unio batavus* (= *Unio crassus* Retz.), beide aus der Seime bei Genf stammend.

In ersterer Muschel fand Claparède *Unionicola ypsilophora*, in letzterer den neuen *Atax bonzi* (Clap.), der einmal in *Mya pictorum* (= *Unio pictorum* L.) „vielleicht bereits von Bonz gesehen wurde" (Abb. 4). Niemals beobachtete Claparède den „regelmäßigen Schmarotzer der Unionen" in einer *Anodonta* oder umgekehrt. Er erkannte, daß Bonz, Pfeiffer und Baer die gleiche Art, nämlich *ypsilophora*, vor sich hatten und daß Benedens Tiere nicht damit identisch sind. Rathkes *Trombidium notatum*, oder wie Oudemans als legitim begründete: *vittatum* (vgl. Anm. 4), setzte Claparède mit *ypsilophora* synonym. Noch eine dritte Milbe fand Claparède in *Unio batavus* (= *Unio crassus* Retz.); er glaubt, sie „für die zweite Larve des *Atax crassipes* Koch (*Hydrachna crassipes* O. F. Müller) halten" zu sollen. Darin erkannte Koenike 1906b eine besondere Art: *Unionicola (Pentatax) aculeata* (Koen. 1890).

An ökologischen Angaben des Claparède über *Unionicola (Pentatax) bonzi* (Clap. 1869) seien folgende vermerkt: „Die Schmarotzermilbe der Unionen scheint nur selten aus der Mantelhöhle der Muschel herauszukommen. Sie wird stets in großer Anzahl daselbst angetroffen und scheint ihre Eier das ganze Jahr hindurch zu legen. Es werden dieselben von der Mutter wahrscheinlich vermittelst der weiter unten zu beschreibenden Scheidenbewaffnung in das Gewebe der Muschelkieme hineingeführt. Sowohl Muttertiere wie Eier sind sehr lebenskräftig. Bei Muscheln, die wochenlang außerhalb des Wassers in der Dürre gelegen und halb ausgetrocknet dem Tode langsam entgegengehen, findet man die Milben zwar durch Verdunstung erstarrt, jedoch beim ersten Wasserzusatz sehr schnell wieder lebendig und die Eier entwicklungsfähig werden. Letztere findet man bald vereinzelt, bald zu kleinen Gruppen (bis 8 oder 12) vereinigt. Nur ausnahmsweise habe ich sie im Gewebe des Mantels oder in den Mundtentakeln gefunden". Die eingehenden, für die Ontogenie der Milben grundlegenden Befunde Claparèdes übergehen wir hier und registrieren nur das, was er über das Verhalten der Milben in der Muschel aussagt, bzw. was darüber zu sagen ist. Der Legeapparat wird bei *Unionicola* gebildet durch die Scheidenartigen, ± drei-

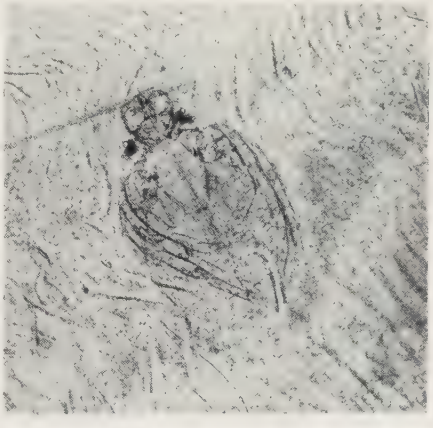


Abb. 3. *Unionicola (Parasitatax) ypsilophora* (Bonz 1783). Larve im Muschelgewebe eingebettet

Abb. 4. *Unionicola (Pentatax) bonzi* (Claparède 1869), ♀, Bauchseite; das Genitalorgan des ♂ ist (ohne Legeeinrichtung natürlich) aus 2 Chitinplatten mit je 5 Näpfen gebildet

eckigen, vom Körper ± abstehenden und beim Durchtritt des Eies auseinandergespreizten, mit Stacheln oder Borsten besetzten Medialenden der die Genitalnäpfe tragenden Genitalplatten (Abb. 5). Dadurch werden die Eier nach Öffnung des aufnehmenden Substrats in dieses hineingedrückt. Um den in der Eihaut sich entwickelnden Embryo, also in der Eischale, bildet sich eine Zwischenhaut (Deutovum-Membran, Schadonoderma). Das Ei platzt, das Deutovum vergrößert sich durch Wasseraufnahme und es beginnt das Schadonophanstadium (Abb. 3). Die nach einigen Tagen fertige Larve, das erste freilebende Stadium, „läuft sogleich davon". „Das hastige, unruhige Hin- und Herrennen . . . dauert aber nur kurze Zeit." CLAPARÈDE nimmt an, „daß die Schwärmzeit dieser Larve in der Mantelhöhle der Muschel nur wenige Augenblicke dauert, worauf sich das Tier wieder in das Kiemengewebe einbohrt, um seiner weiteren Entwicklung entgegenzugehen". Die Haut dehnt sich, die in der Haut liegenden Chitinteile (Coxen) treten ± weit auseinander, das Tier wird ± kegelförmig und stark vergrößert, die inneren Organe und Gewebe treten von der Körperhaut zurück, ebenso aus den Gliedmaßen, die leere Hüllen werden, und schwimmen als Klumpen im Innern. Es tritt Histolyse ein. Dieser als Nymphochrysalis bezeichnete Zustand der Milbe geht nach Bildung einer neuen Haut (Nymphoderma) in das Nymphophanstadium über und in der weiten und vergrößerten Hülle wächst das neue Tier, die freiwerdende, achtbeinige, aber noch geschlechtslose Nymphe heran. Diese zweite Freiheit scheint „der Dauer nach eine ziemlich beschränkte zu sein, wenigstens ist die Zahl der in aktiver Wanderung beobachteten, im Verhältnis zu den vielen in der Verwandlung begriffenen eine sehr geringe. Die Larve (2. Larve-Nymphe) scheint sich nach kurzer Zeit in das Kiemengewebe wieder hineinzubohren, um eine weitere Metamorphose einzugehen". Sie wird — so der normale Verlauf — zur ruhenden Teleiochrysalis; es tritt wieder Histolyse ein, und während des folgenden Ruhestadiums (Teleiophanstadium), das

Abb. 5. *Unionicola (Pentatax) intermedia* (Koenike 1892), Genitalorgan des ♀, bestehend aus 4 Platten, vorn mit je 2, hinten mit je 3 Näpfen. Innenenden der Platten, aufgebogen und mit Borsten besetzt, bilden das Legeorgan

wieder durch Auftreten einer Hülle (Teleioderma) eingeleitet wird, wird der nunmehr geschlechtsreife Adultus ausgebildet. Claparède meint, *Unionicola bonzi* verbringe ihr „ganzes Leben in der Kiemenhöhle des Wirtes"; dem widersprechen jedoch spätere Beobachtungen Koenikes u. a., die Adulti der Art freilebend antrafen.

Da nach Claparède die Dauer des Freilebens der Larven und Nymphen nur sehr kurz ist und es kaum einleuchtend erscheint, daß während dieser kurzen Zeit die Tiere sich so reichlich hätten ernähren können, um damit die erheblich länger dauernden Ruhestadien mit ihren tiefgreifenden Stoffumsetzungen zu bewirken, erhebt sich die Frage: Woher stammen die Stoffe, die während der zwei Ruhestadien vor dem Schlüpfen des Adultus zu dessen Entwicklung nötig waren? Die Gelegenheit für die freie Larve und Nymphe, aus dem durch die Muschel eingestrudelten Nahrungsstrom oder aus dem Muschelgewebe selbst Nährstoffe zu entnehmen, war nur kurz. Nymphophan- und Teleiophanstadien sind von einer Haut umgeben eingeschlossen im Muschelgewebe, unbeweglich und zu direkter Nahrungsaufnahme unfähig — und doch nehmen sie an Größe zu, wachsen und bilden sich um. Beide Ruhestadien liegen in der ± weit abstehenden Haut (Nympho- bzw. Teleioderma) und umgeben von Flüssigkeit (die z. T. durch eintretendes Wasser gebildet wird). In dieser Flüssigkeit bewegen sich in allen Ruhestadien (auch beim Schadonophanstadium) zahlreiche hin und her kriechende, von Claparède als Haemamöben bezeichnete Gebilde, die sich so rasch vermehren, „daß sie zu einem wirklichen Heere anwachsen". Es erscheint nicht ausgeschlossen, daß diesen Haemamöben („amöboide Leucocyten") eine Hilfsfunktion zur Herbeischaffung der zur Entwicklung und zum Aufbau nötigen Stoffe für die im Innern der Ruhestadien sich entwickelnden Tiere zukommt, indem sie aus dem die Muschel durchströmenden Wasser per Osmose Nährstoffe aufnehmen, den O_2-Bedarf regeln und für Abtransport der CO_2 sorgen.

Diese Haemamöben sah — gleichzeitig mit Claparède — auch Salensky 1869 bei einer *„Hydrachna"* (die allerdings keine Hydrachna, wohl aber eine Wassermilbe war), und er vermutet, daß sie dem Embryo als Nahrungsmaterial dienen, da sie im Laufe der Entwicklung weniger werden, ohne jedoch gänzlich aufgebraucht zu werden.

Die Nymphen und die Adulti besitzen wohl Stigmen und die anschließenden, chitinisierten sog. Luftsäcke, aber kein Tracheensystem und sind somit auf Hautatmung angewiesen. Ob erstere überhaupt funktionsfähig sind, wissen wir nicht: Die bei den Unionicolinen ± miteinander verwachsenen Cheliceren, die normal bei den übrigen Hydrachnellae durch die Bewegung der einzelnen Cheliceren auch die Bewegung der Luftsäcke und damit die der ± weit vorstreckbaren Tracheenenden mit der Stigmenplatte regulieren, deuten auf fehlende Funktionsfähigkeit.

Ob die Muschel durch die Einwirkung der Eiablage veranlaßt wird, eine die Eier umgebende Cyste zu entwickeln, wie verschiedene Autoren (auch Plate 1951, p. 410) vermuten, erscheint zweifelhaft. Vermutlich wurde der Eindruck einer Cyste durch die zu Beginn der Ruhestadien gebildeten Apodermata (Schadono-, Nympho- und Teleioderma) erweckt. Die Bezeichnung „encysted" (Faust 1918, Taf. 12, Fig. 6) für ein Ruhestadium von *Unionicola abnormipes* in *Lampsilis luteola* (= *Ligumia fasciata* Raf.) halten wir für begrifflich unrichtig.

Die schon erwähnte dritte von CLAPARÈDE beobachtete Muschelmilbe, aus den Kiemen von *Unio batavus* (= *Unio crassus* Retz.) stammend, „die aber viel seltener als *Atax Bonzi* ist oder gar nur ausnahmsweise in der Muschel schmarotzt", identifiziert der Schweizer Forscher mit *Unionicola crassipes* (O. F. MÜLLER 1776). Es ist eine Nymphe, und nur diese wurde gefunden, wie CLAPARÈDE meint, „entweder weil dieses Stadium allein auf ein Schmarotzerleben angewiesen ist, oder weil die weitere Entwicklung an andere Tiere gebunden ist". CLAPARÈDE vermengt die Nymphe seiner dritten Art (Taf. 33, Fig. 1) spezifisch mit dem ♀ von *Unionicola crassipes* (Taf. 33, Fig. 5). Erstere wurde später (KOENIKE 1890b) als *Unionicola (Pentatax) aculeata* (KOEN. 1890) ins System eingefügt. KOENIKE fand die Art in *Anodonta* und *Unio* bei Bremen, und er kennt sie auch von *Anodonta* aus Mecklenburg. In der Folgezeit nach CLAPARÈDE haben sich nur wenige Forscher intensiv mit dem Leben der Wassermilben in Muscheln befaßt. In taxonomischer Hinsicht und daraus folgend hinsichtlich der Verbreitung kamen viele Beobachtungen hinzu.

BESSELS 1869 hielt in „einem großen Brunnentrog mit fließendem Wasser einige hundert Exemplare von *Anodonta cygnea* aus Eßlingen (Württemberg) und in einer Bütte „eine Anzahl Unionen" aus der Enz bei Pforzheim. Er fand, als er die Unionen zu den Anodonten im Trog setzte, nach etwa 4 Wochen „in einer *Anodonta* diejenige Ataxart, die ich vorher ausschließlich in Unionen aufgefunden hatte, und von nun an traf ich mehrmals Anodonten, die 3—4 Milben der anderen Art enthielten". Damit ist experimentell ein Überwandern von *ypsilophora* und einer *Pentatax*-Art von Muschel zu Muschel erwiesen. PIERSIG 1896/99 (51) bestätigte später, daß *Unionicola bonzi* nicht „streng auf eine bestimmte Muschelgattung beschränkt" sei. Die von BESSELS erwähnte *Hexatax*-Art, von der er jedoch nicht erwähnt, sie in Muscheln gefunden zu haben, muß hierbei unberücksichtigt bleiben.

LEIDY 1883 beobachtete im Mantel und in den Branchien nordamerikanischer Exemplare von *Anodonta fluviatilis* (= *Pyganodon cataractus* Say) bzw. *Unio complanatus* (= *Elliptio violaceus* Spengler = syn. *complanatus* Dillw.) zwei Milbenarten, die er für *Unionicola ypsilophora* bzw. *bonzi* hielt. Die Determination ersterer mag zutreffen, da sie aus USA bekannt ist. Was sich bei LEIDY unter dem Namen *„bonzi"* verbirgt, ist nicht zu entscheiden, da diese Art, abgesehen von einer ebenfalls nicht nachprüfbaren Angabe bei HARRINGTON, FLETCHER & TYRRELL 1884, die sie in *Unio luteolus* (laps.: *lutclus!)* (=*Ligumia fasciata* Raf. [lut. auct.]) in Kanada gefunden haben wollen, aus Nordamerika nicht bekannt ist. Die drei eben genannten Autoren erwähnen auch *Unionicola ypsilophora,* die „in large numbers under the gills of *Anodonta fragilis* (= *Anodonta marginata* Say)" festgestellt wurde.

Wenig später war es GIROD, der sich zunächst 1889 mit anatomischen Untersuchungen an *Unionicola ypsilophora* aus *Anodonta* und *Unionicola bonzi* aus *Unio* befaßte, die, da GIROD in Clermont-Ferrand lebte, aus dieser Gegend Frankreichs stammen dürften. Später, 1893, berichtete GIROD über die Atmung der Muschelbewohner. Er hält die in Rede stehenden Milben eher für Commensalen als für Parasiten der Muscheln, „qui quittent souvent le mollusque pour nager dans l'eau où on les capture souvent dans les pêches au filet fin".

Zu Beginn der 90er Jahre des vorigen Jahrhunderts wurden durch v. IHERINGS Sammlungen zuerst auch südamerikanische Muschelmilben bekannt und die erste Schneckenmilbe entdeckt. KOENIKE 1890c beschrieb aus der Schnecke *Ampullaria canaliculata* (= *Ampullaria canaliculata* Lam.) vom Rio Grande do Sul *Atax Ampullariae* (syn = *Unionicola (Polyatax) ampullariae* [KOEN. 1890]). An weiteren Arten aus dem gleichen Sammelgebiet wurden durch KOENIKE 1890d bekannt:

Atax procurvipes (syn. = *Unionicola (Pentatax) procurvipes* [KOEN. 1890]) aus *Anodonta gigantea* (nach LUNDBLAD 1942b, p. 106 = *Anodontites trapesialis* Lam.) = *Glabaris trapesialis* Lam. nach der z. Z. geltenden Nomenklatur. LUNDBLAD nennt als weiteren Fundort Paraguay.

Atax perforatus (syn. = *Atacella perforata* [KOEN. 1890]) aus *Anodonta* (nach LUNDBLAD l. c. p. 146) = *Anodontites latimarginata* Lea (= *Glabaris patagonicus* Lam.).

Atax rugosus (syn. = *Atacella (Atacellides) rugosa* [KOEN. 1890]) aus *Anodonta* (nach LUNDBLAD 1. c. p. 150 = *Anodontites) latimarginata* Lea (= *Glabaris patagonicus* Lam.).

Atax iheringi (syn. = *Unionicola (Unionicola) iheringi* [KOEN. 1890]), vermutlich auch aus Muscheln. Als fünfte südamerikanische Art beschrieb KOENIKE 1891a noch *Atax fissipes* (syn. = *Atacella fissipes* [KOEN. 1891]) aus *Anodonta latimarginata* (= *Glabaris patagonicus* Lam.). Die Art fand LUNDBLAD 1942b zwischen den Kiemen von *Anodontites* aus Paraguay. Und noch eine sechste südamerikanische Muschelmilbe beschrieb KOENIKE 1914e als *Atax prominens* (syn. = *Polyatacides prominens* [KOEN. 1914]) (nicht *Unionicola proximus* wie in VITZTHUM 1943 [569] und PLATE 1951 [410]) aus *Castalina nehringi* v. IHERING. Um dies hier in der chronologischen Folge vorwegzunehmen, beschrieb LUNDBLAD 1941g und 1942b aus Brasilien und Paraguay von *Anodontites* (= *Glabaris*) folgende Arten:

Unionicola (Unionicolides) sica LDBL. 1937 *Atacella (Atacella) clathrata* LDBL. 1937, von letzterer auch 1 ♀ freilebend in einem Sumpf.	aus Brasilien
Unionicola (Pentatax) procurvipes (KOEN. 1890) *Unionicola (Pentatax) sinuata* LDBL. 1938 *Unionicola (Unionicolella) pachyscelus* LDBL. 1941 *Atacella (Atacella) fissipes* (KOEN. 1891)	aus Paraguay

und die Schneckenmilbe *Unionicola (Polyatax) ampullariae* (KOEN. 1890) in 3 ♂ freilebend aus einem Sumpf mit reicher Vegetation in Brasilien.

Aus Nordamerika, Kanada, machte KOENIKE 1895c noch mit weiteren Muschelparasiten bekannt. *Atax ingens* (syn. = *Najadicola ingens* [KOEN. 1895]) (Abb. 6, 7, 8) aus *Anodonta fragilis* (= *Anodonta marginata* Say) und *Unio complanata* (= *Elliptio violaceus* Spengler, syn. *complanatus* Dillw.) und *Atax fossulatus* (syn. = *Unionicola (Pentatax) fossulata* [KOEN. 1895]) aus *Anodonta luteola* (= *Glabaris patagonicus bambousearum* Mor.); gleichzeitig erwähnt er *Unionicola ypsilophora* aus *Anodonta fragilis* (= *Anodonta marginata* Say).

Aus dem Jahre 1892 stammt ein Bericht von THOMSON über einen von IHERING verfaßten Aufsatz „On the geographical distribution of *Atax*". IHERING, seinerzeit danach gefragt, kannte den Aufsatz nicht. IHERING fand nach THOMSON in *Unio menziesii* Gray (= *Hyridella menziesii* Gray) von

Abb. 6 (links). *Najadicola ingens* (Koenike 1895), ♀, Bauchseite

Abb. 7 (oben). *Najadicola ingens* (Koen. 1895), ♀, Bauchseite

Australien und Neuseeland Milben, die er für „somewhat similar to some forms of *Unio* from the Brazils" hielt.

Ein bedeutender Fortschritt in der Kenntnis der Muschel bewohnenden Unionicolinen sowohl in taxonomischer als auch in ökologisch-parasitologischer Hinsicht ist den Untersuchungen R. H. WOLCOTTs zu verdanken.

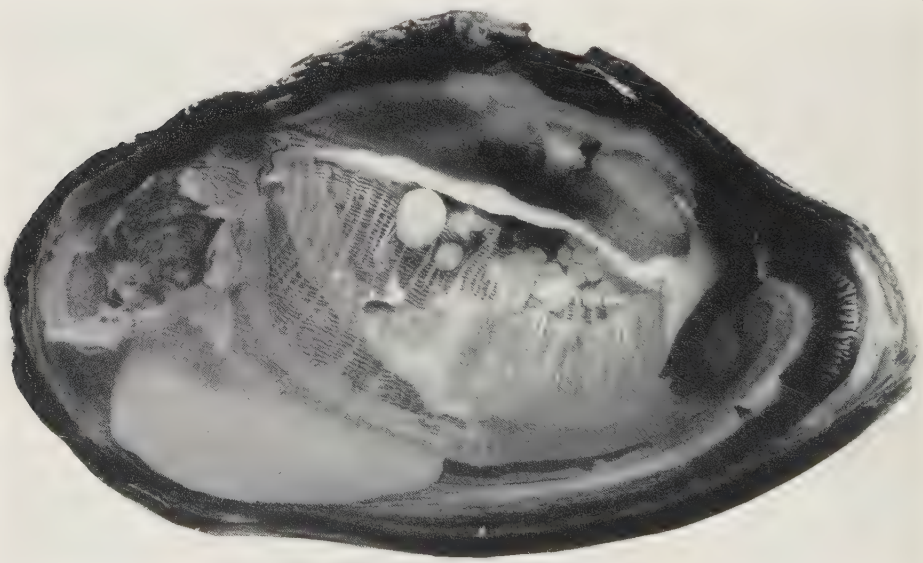


Abb. 8. *Anodonta cataracta (= Pyganodon cataractus)*, linke Schale und Mantel entfernt, linke äußere Suprabranchial Kammer geöffnet, um die Parasiten, *Najadicola ingens*, großes ♀ und kleines ♂ zu zeigen, daneben schwarze Eimassen und helle „papillae"

Nachdem dieser 1898 einige neue nordamerikanische Formen bekanntgegeben hatte — um nicht zu wiederholen, sind sie jetzt nicht besonders aufgeführt —, berichtete Wolcott in einer ausführlichen Arbeit 1899 über die Untersuchung von ± 3500 Muscheln aus 60 „Arten", in denen er ± 7000 Wassermilben fand. Von 13 festgestellten Hydrachnellae waren sieben neu für die Wissenschaft, und nur eine Species erwies sich als Nicht-Muschelbewohner (*Unionicola pectinata* [Wolc. 1898]). Wolcott verzeichnete aus den USA:

1. *Unionicola (Unionicola) crassipes* (O. F. Müller 1776) aus Muscheln. Es wurden untersucht „two specimens of an *Atax* from *Sphaerium simile Say* (= *Sphaerium simile* Say)" und „specimens of adults and nymphs were secured in considerable numbers from *Anodonta footiana* (= *Pyganodon grandis footiana* Lea) and *Anodonta fragilis*". Wolcott bemerkt dazu (p. 209): „The author has been unable to detect any characters by which any of them may be distinguished from *Atax crassipes*." Dieser Befund ist auffallend insofern, als diese Art in Europa freilebend und parasitisch nur in Spongien angetroffen wurde (vgl. Arndt u. Viets 1938 d).
2. *Unionicola (Pentatax) aculeata* (Koen. 1890) aus *Unio spatulatus* (= *Venustaconcha ellipsiformis* Conrad), *Unio rectus* (= *Ligumia recta* Lam.), *Unio gibbosus* (= *Elliptio (Eurynia) dilatata* Raf.), *Unio undulatus* (= *Amblema plicata costata* Say), *Unio ligamentinus* (= *Ortmanniana carinata* Barnes), *Unio occidens* (= *Lampsilis ovata cardium* Raf.), *Unio ventricosus* (= *Lampsilis ovata cardium* Raf.), *Unio Novi-eboraci* (= *Ligumia nervosa novi-eboraci* Lea), *Unio coccineus* (= *Fusconaia flava* Raf.), *Unio pressus* (= *Platynaias viridis* Raf.), *Unio luteolus* (= *Ligumia fasciata* Raf.) und *Anodonta plana* (= *Pyganodon grandis* Say).
3. *Unionicola (Pentatax) intermedia* (Koen. 1882) aus *Anodonta ovata* (= Anm. d. Verff.: Mit dieser Bezeichnung verbinden sich 7 Namen bzw. Arten, je nach Autor), *Anodonta subcylindracea* (= *Anodontoides ferussacianus* Lea), *Anodonta footiana* (= *Pyganodon grandis footiana* Lea), *Anodonta decora* (= *Pyganodon grandis lugubris* Say), *Anodonta grandis* (= *Pyganodon grandis* Say), *Anodonta edentula* (= *Strophitus undulatus edentulus* Say), *Anodonta fragilis* (= *Anodonta marginata* Say), *Anodonta marryatana* (= *Pyganodon grandis footiana* Lea), *Anodonta plana* (= *Pyganodon grandis* Say); *Unio luteolus* (= *Ligumia fasciata Raf.), Unio subrostratus* (= *Ligumia nervosa* Raf.), *Unio jamesianus* (= *Uniomerus tetralasmus* Say); *Margaritana rugosa* (= *Lasmigona costata* Raf.), *Margaritana complanata* (= *Pterosyna complanata* Barnes). In einem großen Exemplar von *Anodonta plana* (= *Pyganodon grandis* Say) wurden an Milben 406 Exemplare angetroffen. „The females are almost uniformly in excess, averaging three to each male" (p. 217). Von Piersig 1900 b wurde die amerikanische *aculeata*-Form als var. *Wolcotti* angesehen. Marshall 1926 (30) fand die Art in ± 25 Individuen „in one clam (probably *Lampsilis luteolus* [= *Ligumia fasciata* Raf.])".
4. *Unionicola (Neoatax) abnormipes* (Wolc. 1898) aus *Unio alatus* (= *Proptera alata* Say), *Unio ventricosus* (= *Lampsilis ovata cardium* Raf.), *Unio luteolus* (= *Ligumia fasciata* Raf.), *Unio ligamentinus*

(= *Ortmanniana carinata* Barnes), *Unio occidens* (= *Lampsilis ovata cardium* Raf.), *Unio rectus* (= *Ligumia recta* Lam.), *Unio undulatus* (= *Amblema plicata costata* Say), *Unio gracilis* (= *Leptodea fragilis* Raf.), *Unio anodontoides* (= *Ligumia teres* Raf.), *Unio phaseolus* (= *Ptychobranchus fasciolare* Raf.); ? in *Anodonta plana* (= *Pyganodon grandis* Say). — *Unionicola abnormipes* wurde von FAUST 1918 irrtümlich als *U. aculeata* aus *Lampsilis luteola* Lam. (= *Ligumia fasciata* Raf.) verzeichnet. Auch MARSHALL nennt diese *Lampsilis-*(= *Ligumia-*)Art als Wirt; in „some three hundred clams" wurden mehrere hundert Milben gefunden.

5. *Unionicola (Neoatax) indistincta* (WOLC. 1898) aus *Unio alatus* (= *Proptera alata* Say), *Unio gracilis* (= *Leptodea fragilis* Raf.).
6. *Unionicola (Parasitatax) serrata* (WOLC. 1898) aus *Unio luteolus* (= *Ligumia fasciata* Raf.), *Unio coccineus* (= *Fusconaia flava* Raf.), *Unio undulatus* (= *Amblema plicata costata* Say), *Unio alatus* (= *Proptera alata* Say), *Unio occidens* (= *Lampsilis ovata cardium* Raf.); *Margaritana deltoides* (= *Pressodonta calceola* Lea).
7. *Unionicola (Pentatax) fossulata* (KOEN. 1895) aus *Unio alatus* (= *Proptera alata* Say), *Unio asperrimus* (= *Quadrula quadrula* Raf., Lokalform), *Unio cornutus* (= *Obliquaria reflexa* Raf.), *Unio ventricosus* (= *Lampsilis ovata cardium* Raf.), *Unio luteolus* (= *Ligumia fasciata* Raf.), *Unio rubiginosus* (= *Fusconaia flava* Raf.), *Unio gracilis* (= *Leptodea fragilis* Raf.), *Unio plicatus* (= *Amblema plicata* Say), *Unio undulatus* (= *Amblema plicata costata* Say), *Unio pustulatus* (err.: 2× *pustulosus* genannt) (= *Pustulosa nodulata* Raf. = syn. *pustulosa* Lea), *Unio Novi-eboraci* (= *Ligumia nervosa novi-eboraci* Lea), *Unio occidens* (= *Lampsilis ovata cardium* Raf.), *Unio ligamentinus* (= *Ortmanniana carinata* Barnes), *Unio spatulatus* (= *Venustaconcha ellipsiformis* Conrad), *Unio rectus* (= *Ligumia recta* Lam.), *Unio verrucosus* (= *Tritogonia verrucosa* Raf.), *Unio coccineus* (= *Fusconaia flava* Raf.), *Unio schoolcrafti* (= *Pustulosa nodulata* Raf. = syn. *pustulosa* Lea), *Unio levissimus* (= *Proptera laevissima* Lea), *Unio lachrymosus* (= *Quadrula quadrula* Raf.), *Unio tuberculatus* (= *Tritogonia verrucosa* Raf.); *Anodonta subcylindracea* (= *Anodontoides ferussacianus* Lea), *Anodonta footiana* (= *Pyganodon grandis footiana* Lea), *Anodonta edentula* (= *Strophitus undulatus edentulus* Say), *Anodonta fragilis* (= *Anodonta marginata* Say). Zu den *Anodonta*-Funden notiert WOLCOTT p. 228: „Nowhere else has this species been found in Anodontas, and I should be tempted to believe that those collected had migrated from *Unio luteolus* (= *Ligumia fasciata* Raf.) [aus Michigan] while the mussels were kept in pails of water a day or two before being examined, were it not that at Twin Lake [Michigan] only Anodontas were collected." MARSHALL 1927 c (275) meldet *fossulata* aus *Lampsilis siliquoidea rosacea* (De Kay) (= *Ligumia fasciata rosacea* Kay) und *Anodonta grandis footiana* Lea (= *Pyganodon grandis footiana* Lea).
8. *Unionicola (Pentatax) stricta* (WOLC. 1898) aus *Unio coccineus* (= *Fusconaia flava* Raf.), *Unio ligamentinus* (= *Ortmanniana carinata* Barnes), *Unio occidens* (= *Lampsilis ovata cardium* Raf.), *Unio rectus* (*Ligumia recta* Lam.), *Unio rubiginosus* (= *Fusconaia flava*

Raf.), *Unio schoolcrafti* (= *Pustulosa nodulata* Raf. = syn. *pustulosa* Lea), *Unio undulatus* (= *Amblema plicata costata* Say), *Unio verrucosus* (= *Tritogonia verrucosa* Raf.), *Unio alatus* (= *Proptera alata* Say), *Unio jamesianus* (= *Uniomerus tetralasmus* Say), *Unio lachrymosus* (= *Quadrula quadrula* Raf.), *Unio plicatus* (= *Amblema plicata* Say).

9. *Unionicola (Parasitatax) arcuata* (Wolc. 1898) aus *Anodonta subcylindracea* (= *Anodontoides ferussacianus* Lea), *Anodonta footiana* (= *Pyganodon grandis footiana* Lea), *Anodonta edentula* (= *Strophitus undulatus edentulus* Say), *Anodonta fragilis* (= *Anodonta marginata* Say); *Unio luteolus* (= *Ligumia fasciata* Raf.); *Margaritana rugosa* (= *Lasmigona costata* Raf.), *Margaritana deltoides* (= *Pressodonta calceola* Lea), *Margaritana marginata* (= *Decurambis marginata* Say). Von Marshall 1927 c (275) auch aus *Alasmidonta calceola* (= *Pressodonta calceola* Lea) und *Anodontoides ferussacianus subcylindraceus* Lea erwähnt.
10. *Unionicola (Parasitatax) ypsilophora* (Bonz 1783). Früher schon aus *Anodonta fluviatilis* (= *Pyganodon cataractus* Say) (nach Dana & Whelpley und Leidy) *Unio purpuratus* Lam. (= *Proptera purpurata* Lam.) — Incorrectly identified —; *Anodonta fluviatilis* (= *Pyganodon cataractus* Say) + *Unio radiatus* (= *Ligumia fasciata* Raf.) + *Unio cariosus* (= *Lampsilis ovata cariosa* Say) (nach Haldeman); *Anodonta fragilis* (= *Anodonta marginata* Say) (nach Koenike) bekannt. Aus *Anodonta ovata* (= Anm. d. Verff.: Der z. Z. gültige Name dieser Art kann nicht angegeben werden, da sich 7 Namen resp. Arten damit verbinden lassen), *Anodonta subcylindracea* (= *Anodontoides ferussacianus* Lea), *Anodonta footiana* (= *Pyganodon grandis footiana* Lea), *Anodonta edentula* (= *Strophitus undulatus edentulus* Say), *Anodonta decora* (= *Pyganodon grandis lugubris* Say), *Anodonta fragilis* (= *Anodonta marginata* Say), *Anodonta plana* (= *Pyganodon grandis* Say), *Anodonta subgibbosa* (= *Pyganodon grandis* Say), *Anodonta corpulenta* (= *Pyganodon grandis* Say), *Anodonta imbecilis* (= *Lastena chiensis* Raf.) (= *imbecilis* Say), *Anodonta suborbiculata* (= *Lastena [Utterbackiana] suborbiculata* Say), *Anodonta grandis* (= *Pyganodon grandis* Say); *Unio pressus* (= *Platynaias viridis* Raf.), *Unio subrostratus* (= *Ligumia subrostrata* Say); *Margaritana marginata* (= *Decurambis marginata* Say), *Margaritana rugosa* (= *Lasmigona costata* Raf.), *Margaritana complanata* (= *Pterosyna complanata* Barnes). „It is essentially an *Anodonta* parasite." Marshall 1926 (30) und 1927 c (275) fand die Art *ypsilophora* in *Anodonta footiana grandis* (= *Pyganodon grandis footiana* Lea), in *Anodonta marginata* Say und in *Strophitus rugosus pavonius* (Lea).
11. *Unionicola (Parasitatax) tumida* (Wolc. 1898) aus *Margaritana deltoides* (= *Pressodonta calceola* Lea); *Anodonta fragilis* (= *Anodonta marginata* Say), *Anodonta edentula* (= *Strophitus undulatus edentulus* Say), *Anodonta subcylindracea* (= *Anodontoides ferussacianus* Lea), *Anodonta ovata* (?) (= siehe oben); *Unio undulatus* (= *Amblema plicata costata* Say).
12. *Najadicola ingens* (Koen. 1895) aus *Unio complanatus* (= *Elliptio violaceus* Spengler = syn. *complanatus* Dillw.) und *Anodonta fragilis*

(= *Anodonta marginata* Say) (beide nach Koen.). Aus *Anodonta fragilis* (= *Anodonta marginata*), *Anodonta footiana* (= *Pyganodon grandis footiana* Lea); *Unio gibbosus* (= *Elliptio (Eurynia) dilatata* Raf.), *Unio ligamentinus* (= *Ortmanniana carinata* Barnes), *Unio luteolus* (= *Ligumia fasciata* Raf.).

Den WOLCOTTschen Funden fügte MARSHALL 1933b (40) ohne Angabe des Wirtes — „some fifty clams (unidentified)" — *Unionicola (Pentatax) figuralis* (C. L. KOCH 1836) hinzu; sie fand 7 Adulti in den Muscheln. Die Art, in Europa verbreitet, wurde hier nicht parasitisch gefunden.

Während WOLCOTT 1899 (244) glaubt, daß *Unionicola crassipes* in der Muschel bleibe „only till the last stages of development are reached", um danach freilebend zu werden — eine Annahme, die für diesen Spongien-Bewohner mindestens in Europa nicht zutrifft (vgl. ARNDT & VIETS 1938d) — scheinen die meisten der übrigen von WOLCOTT genannten Arten „pass all their life stages within the limits of the mussel's shell". Die Eiablage erfolgt einzeln in Mantel oder Kiemen, jedoch bei *Najadicola ingens* in Klumpen („masses") zwischen den Kiemen. Die Oviposition wird erleichtert durch die ± abstehenden Medianenden der Genitalplatten mit den Borsten. *Unio*-Bewohner legen anscheinend mehr in die Kiemen, *Anodonta*-Milben mehr in den Mantel. Die freien Larven leben kurze Zeit „apparently in the spaces between the plates of which the gill is composed". Die Nymphen finden sich „either in the spaces in the gills or outside them in the mucous over their surface", in letzterem Falle „accumulate in the mass of mucous at the exhalent aperature". Die freien Nymphen sind sehr aktiv und bewegen sich zwischen Mantel und Kiemen. Sie können die Muschel verlassen, um andere Wirtstiere aufzusuchen. WOLCOTT vermutet dazu, „collections made with nets over beds of mussels have never, so far as the author's experience goes, furnished specimens of these migrating mites". Eier fanden sich dauernd und in verschiedenen Entwicklungsstadien, doch anscheinend zahlreicher im Sommer; die Adulti traten im Frühjahr am zahlreichsten auf.

Muscheln, die „most sensitive, most active in closing their shells" sind, und die diese „most tightly" schließen, „seem to be more immune from the presence of parasites", als weniger empfindsame Wirte. So sind *Unio occidens* und *ventricosus* (= *Lampsilis ovata cardium* Raf., Anm. d. Verff.: bei *Unio occidens* und *Unio ventricosus* handelt es sich um die gleiche Art), dicke Formen, deren „valves meet at a considerable angle and not closely", solche also, die „slower to close upon irridation" sind, zu 100 % von Milben besetzt, während dagegen *Unio gibbosus* (= *Elliptio (Eurynia) dilatata* Raf.), *Unio rectus* (= *Ligumia recta* Lam.) und *Unio nasutus* (= *Ligumia nasuta* Say), lange und dünne Muscheln, deren „valves meet at a small angle and tightly, and they are more active", nur zu 55 % Milben aufwiesen.

Als Höchstzahlen an Hydrachnellae in einer Muschel (*Anodonta plana* Lea = *Pyganodon grandis* Say) notierte WOLCOTT von *Unionicola ypsilophora* 15 Tiere, von *Unionicola intermedia* 406 Tiere (93 ♂ + 313 ♀).

In der Bewegung und Fortbewegung außerhalb der Muschel und im freien Wasser sind einige der Muschelmilben, z. B. ♀ von *tumida*, *Najadicola ingens* recht unbeholfen; sie schwimmen nicht und sinken — wie auch bei der in Europa weit verbreiteten *Unionicola ypsilophora* leicht zu sehen ist

— zu Boden. Andere Arten, z. B. *aculeata* („living as it does along the edge of the mantle and about the exhalent aperature, is more exposed to currents of water"; sie vermag gut zu schwimmen, wie z. B. *crassipes*, ein Verhalten, das bei unseren europäischen Exemplaren der Art gleichfalls (Koenike, Viets) beobachtet wurde.

Kelly gab 1899 in einer statistischen Studie Bericht über das Vorkommen von Parasiten, also auch Milben in zahlreichen Conchylien — 44 Arten in 1614 Individuen aus 10 US-Gewässern. Kelly (p. 407) fand für die Milben, „their favorite situations are upon the body surfaces, between the gills or between the gills and the abdomen between the labial palps, or among the papillae fringing the mantle edges at the inhalent siphon. Their eggs are laid either in the body wall, the gills or the mantle". Die von Wolcott 1899 bearbeiteten *Unionicola*-Arten verteilen sich nach der Liste bei Kelly (p. 409) auf 35 Muscheln.

Kelly (p. 409) nennt, als von *Atax* bewohnt, die Muscheln („nomenclature and systematic arrangement of the host species have been revised ... to bring them into accord with the more natural classification which is now being elaborated for this group"):

Quadrula multiplicata Lea (= *Amblema plicata* Say), *Q. tuberculata* Bar. (= *Tritogonia verrucosa* Raf.), *Q. metanevra* Raf. (= *Quadrula (Ortonymus) metanever* Raf.), *Q. lachrymosa* Lea (= *Q. quadrula* Raf.), *Q. asperrima Lea* (= *Q. quadrula* Raf.), *Q. pustulata* Lea (= *Pustulosa nodulata* Raf.), *Q. granifera* Lea (= *Tritogonia verrucosa* Raf.), *Q. pustulosa* Lea (= *Pustulosa pustulosa* Lea), *Q. plicata* Say (= *Amblema plicata* Say), *Q. rubiginosa* Lea (= *Fusconaia flava* Raf.), *Unio gibbosus* Bar. (= *Elliptio (Eurynia) dilatata* Raf.), *U. complanatus* Sol. (= *Elliptio violaceus* Spengler = syn. *complanatus* Dillw.),

Alasmodonta confragosa Say (= *Arcidens confragosus* Say), *A. complanata* Bar. (= *Pterosyna complanata* Barnes), *A. rugosa* Bar. (= *Lasmigona costata* Raf.), *A. marginata* Say (= *Decurambis marginata* Say),

Strophitus edentulus Lea (= *Strophitus undulatus edentulus* Say), *Anodonta imbecilis* Say (= *Lastena chiensis* Raf.), *A. suborbiculata* Say (= *Lastena (Utterbackiana) suborbiculata* Say), *A. grandis* Lea (= *Pyganodon grandis* Say), *A. corpulenta* Coop. (= *Pyganodon grandis* Say),

Obliquaria reflexa Raf. (= *Obliquaria reflexa* Raf.),

Plagiola elegans Lea (= *Truncilla truncata* Raf.), *Pl. donaciformis* Lea (= *Truncilla donaciformis* Lea),

Lampsilis ellipsis Lea (= *Obovaria (Pseudoon) olivarium* Raf.), *L. ligamentinus* Lam. (= *Ortmanniana carinata* Barnes), *L. luteolus* Lam. (= *Ligumia fasciata* Raf.), *L. anodontoides* Lea (= *Ligumia teres* Raf.), *L. rectus* Lam. (= *Ligumia recta* Lam.), *L. ochraceus* Say (= *L. ochraceus* Say), *L. ventricosus* Bar. (= *L. ovata cardium* Raf.), *L. alatus* Say (= *Proptera alata* Say), *L. laevissimus* Lea (= *Proptera laevissima* Lea), *L. gracilis* Bar. (= *Leptodea fragilis* Raf.), *L. tenuissimus* Lea (= *Leptodea leptodon* Raf.).

Vor und bis kurz nach der Jahrhundertwende gibt es, vorwiegend auf europäische Unionicolinen bezüglich, eine Reihe von Funden, die, ohne ökologisch-parasitologisch Neues zu bringen, wesentlich nur faunistisches

Interesse besitzen. Ohne Vollständigkeit in diesen oft ± belanglosen Mitteilungen zu erstreben, seien folgende genannt:

LEBERT 1879 fand *Unionicola ypsilophora* in *Anodonta anatina* L. im Genfer See. — NEUMAN 1874 stellte *ypsilophora* und *bonzi* in Anodonten Schwedens fest. — HALLER 1882a erwähnt *ypsilophora* in der Schweiz (z. B. Genfer See) „überall da, wo sich Anodonten finden, in sehr großer Menge". — KRENDOWSKY 1885 nennt aus Südrußland als Muschelparasiten *ypsilophora, bonzi* und *intermedia*. — BARROIS & MONIEZ 1887 kennen aus Frankreich *ypsilophora* „dans presque toutes les Anodontes" und *bonzi* „dans les Unios". KOENIKE 1896a meldet *ypsilophora* in *Anodonta, intermedia* in *Anodonta piscinalis* (= *Anodonta anatina* L.). — NORDENSKIÖLD 1897 fand in finnischen Gewässern *ypsilophora* in *Anodonta*. — PIERSIG verzeichnet 1896/99 *ypsilophora* aus *Anodonta cygnea* L. und *A. cellensis* Pfeiff. (= Langformen von *A. cygnea* L.), *intermedia* aus Anodonten, *bonzi* aus *Unio pictorum* L., einmal auch aus *Anodonta cellensis* (= *A. cygnea* L.), *aculeata* aus *Anodonta cellensis* (= *A. cygnea* L.). — THON 1901e hat in Böhmen von *ypsilophora* und *bonzi* „in zahllosen Fällen beide Formen beisammen gefunden, wie in Anodonten, so in Unioniden". „Gewöhnlich sitzen die Milben in dem Kiemenschleim, mit Vorliebe aber sammeln sie sich bei den Syphonen. Die Tiere leben bloß in dem Schleime des Mantels und der Kiemen, ohne sich an den Körper des Wirtes zu halten und Nahrung aus seinem Körper zu nehmen." — THON 1901g beschrieb als *Atax adensameri* aus Unioniden von Texas die BONZsche Art *ypsilophora*. — Der englische Hydracarinologe SOAR fand 1905 *intermedia* „in all stages in the mussel". Er hat, 1906b, *ypsilophora* und *bonzi* nie freilebend gefunden, auch nicht dort, wo er sie viel in Muscheln gesehen hatte. — Der australische *Atax cumberlandensis* RAINBOW 1906, „in ponds" bei Sidney gefunden, ist spezifisch von unsicherer Stellung, subgenerisch wohl eine *Unionicola*. RAINBOW erwähnt gelegentlich der Beschreibung, daß er „the Molluscan genus *Diplodon* SPIX" ... „frequently infested with Acarids" gefunden habe. Die spezifisch nicht bestimmten Milben hält RAINBOW für „scarcely parasitic, as they feed on minute animals drawn in by the mollusc". — WALTER 1907b sah in der Schweiz *aculeata* „massenhaft auf *Unio* und *Anodonta*". — Von Java berichtet KONINGSBERGER 1913a (404), daß „*Atax* ook hier op Mollusken vertegenwoordigt" sei. — FAUST 1918, dessen *Unionicola aculeata* aus USA in Wirklichkeit *abnormipes* (WOLC. 1898) ist, fand die Milben in *Lampsilis luteola* Lam. (= *Ligumia fasciata* Raf.). Da er meint, „in no case were they found to have injured the host outside oft the cyst", in der er Jugendstadien der Milbe sah, nennt FAUST die Tiere, obgleich „an endoparasite, the evidence shows it to be only a temporary lodger".

An nichteuropäischen Unionicolinen wurden aus der australischen *Unio nepeanensis* Less. (= *Propehyridella nepeanensis* Conrad) durch KOENIKE 1914e (397) *Unionicola (Unionicola) cirrosa* KOEN. 1914 beschrieben sowie aus Brasilien die bereits genannte (s. p. 467) *Unionicola (Polyatacides) prominens* (KOEN. 1914) aus *Castalina nehringi* v. IHERING. — VIETS 1924h (138) fand in Plöner Gewässern *Unionicola intermedia* in 886 adulten Individuen (79% ♀, 21% ♂, 7 frei Nymphen) in *Anodonta cygnea* L. und nur 3 ♀ + 1 ♂ in 6 Exemplaren von *Unio tumidus* Retz., 20 weitere Tiere von *Unio tumidus* und 6 von *Unio pictorum* L. ergaben

keine Milben. Die genannten Tiere von *intermedia* entstammen 88 Muscheln, so daß pro Muschel durchschnittlich 10 Milben (8 ♀ + 2 ♂) zu rechnen sind. Als Höchstzahlen pro Muschel kamen 22 bzw. 26 Milben zur Beobachtung. „Die geringe Zahl der in den Muscheln angetroffenen beweglichen Nymphen, nämlich nur 0,8 % der Gesamtzahl, besagt wohl, daß diese Stadien es sind, die, sobald sie als achtbeinige Nymphen ausgebildet sind, das Wirtstier verlassen und nach Durchlaufen des letzten Ruhestadiums als junge Imagines aufs neue Muscheln besiedeln." *Unionicola ypsilophora* wurde vorwiegend, aber in nur geringer Zahl, in großen, alten, gelbfleischigen Individuen der *Anodonta cygnea* L. angetroffen. — Aus Burma und Bengalen beschrieb Viets 1926 i *Unionicola (Parasitatax) diversipes*, die sowohl freilebend als auch in zahlreichen Exemplaren in Muscheln („Lamellidons") gefunden waren. Als weitere Art aus „Lamellidons" wurde *Unionicola (Polyatax) scutigera* Viets 1926 beschrieben. — Im Balaton fand Szalay 1927 c *Unionicola tricuspis* und *bonzi*, in 1926 d bereits erwähnt, *U. aculeata* freilebend. — Aus Lettland meldete Ozolin 1930 a *intermedia* aus *Unio* und *Anodonta*, *bonzi* aus *Unio*. — Ravetta 1933 vermerkte in „grande abbondanza il materiale in varie *Unio* e *Anodonta*" von Pavia *Unionicola bonzi*, über deren Entwicklung sie einige Bemerkungen macht. —

Aus den Kiemen von *Cristaria plicata* Leach. aus dem Ussuri-Gebiet nennt Sokolow 1931 a zwei Arten, *Unionicola (Pentatax) rezvoi* Sok. und *U. (P.) setipes* Sok., welch letztere von Uchida 1941 auch aus *Anodonta* von Manchoukou erwähnt wurde.

Unionicola (Polyatax) japonensis Viets 1933 e, von der zunächst freilebend ♀ und Nymphe, später durch Sokolow 1940 a (494) auch das ♂ bekannt wurde, wurde durch Uchida 1938 (2), den Sammler der Art, als „commonly parasitic on freshwater mussels and snails" verzeichnet. Imamura 1951 c (300) nennt *Viviparus malleatus* und *Viviparus japonicus* als Wirte.

Abgesehen von den durch Lundblad 1941 g, 1942 b aus jüngster Zeit gemeldeten, bereits genannten Funden aus Südamerika, sind noch zu verzeichnen die durch Imamura 1938 aus Hokkaido, Japan, beschriebene *Unionicola(Vietsatax)parasitica*(Imam. 1938), „commonly found associated with *Unionicola crassipes* in the mussel, *Anodonta beringiana*". Hinsichtlich der Entwicklung bemerken Uchida und Imamura 1940 a „eggs are laid in the mantle tissue of the mussel all the year round, especially abundantly in spring. The larvae emerging from the tissue of the mantle of the host, creep about here and there in the mantle cavity and immediately bore themselves into the gill of the host mussel and transform there into the nymphochrysalis. The larvae possibly do not swim out from the host mussel. The nymphs after creeping out from the gills of the host,

Abb. 9. *Atacellides schubarti* Viets n. sp.,

gradually pass to the size almost equal to the imago become round in shape. The nymph bores itself into the dorsal edge of the mantle and transforms into a teleiochrysalis there. The nymph possibly does not go out from the mussel in ordinary conditions. The female can be found all the year round in the mantle cavity, especially between the gills, but the male imagoes occur only from the last decade of May to the first decade of July". — Als letzte der bekannten Muschel-Unionicolinen sei genannt *Atacella (Atacellides) schubarti*, die VIETS aus der Sammlung von Dr. O. SCHUBART aus Brasilien beschrieb (im Druck) und die in der Muschel *Diplodon delodontus expansus* (Küster) (= *Diplodon delodontus* Lea) je zu 10—20 Exemplaren an den Kiemen saßen. Nach dem eigenartigen Bau ihrer Palpen scheinen diese Milben nur weiche Nahrung aufnehmen zu können (Abb. 9).

WESENBERG-LUND 1918 und 1939 erwähnt, ohne neue Tatsachen zu bringen, einige der früheren Funde.

Die Reihe von Einzelfunden wurde unterbrochen durch KOENIKE 1915 mit einer ausführlichen Arbeit über *Unionicola (Pentatax) aculeata* (KOEN. 1890), eine Studie, die sowohl in taxonomischer als auch in entwicklungsgeschichtlicher und ökologischer Hinsicht bedeutungsvoll ist.

Für unsere Darstellung ergibt sich daraus: „Die geschlechtsreifen Tiere ... sowohl als auch der achtbeinige Jugendzustand" treten als gewandte Schwimmer „in beträchtlicher Anzahl freilebend im Plankton" im Zwischenahner Meer (Oldenburg) auf. Damit werden frühere Einzelbeobachtungen des Freilebens bestätigt. Die Nymphen und Adulti von *aculeata* sind also, abweichend von vielen anderen *Unionicola*-Arten, und auch *bonzi* gehört dazu, nicht nur reine Muschelbewohner. Die Eier der *aculeata* finden sich im Kiemengewebe der Muscheln. KOENIKE stellte zwei morphologisch voneinander abweichende Nymphen-Formen fest, die er für männliche und weibliche Nymphen glaubt ansprechen zu müssen (eine auch anderenorts bei Hydrachnellae vorkommende Erscheinung). Zur Eiablage sucht das freilebende ♀ eine Muschel auf. Die Entwicklung in der Muschel erfolgt bis zum Freiwerden der Nymphe. „Die ausgereifte Nymphe kehrt dann auf das Muscheltier zurück, um auf demselben die letzte Verwandlung zu überstehen. Die jugendliche Imago verläßt das Muscheltier, um freilebend auszureifen." KOENIKE bemerkt ganz richtig, daß hier noch Lücken in der Beobachtung bestehen: Kehrt das trächtige Weibchen zur Eiablage in die Muschel zurück? Niemand hat den Vorgang gesehen. Und doch muß es nach unserer Meinung so sein, denn anderenfalls wären ovigere ♀ außerhalb der Muschel in biologischer Hinsicht sinnlos. Eine zweite Beobachtungslücke ist die, ob die Larve in der Tat bis zu ihrer Verwandlung in der Muschel bleibt. Auch das hat niemand gesehen. Da wir bei den Hydrachnellae viele Fälle verkürzter Epimorphose kennen, Fälle, in denen die Larven-Entwicklung ohne Freiwerden der Larve in die Nymphen-Entwicklung übergeht, so daß erst diese das Eigelege verläßt, kann diese Folge auch bei Muschelmilben gegeben sein. KOENIKE traf auch aus Muscheln stammende freilebende, jugendliche *tricuspis*-Adulti an, während in den Muscheln nur „festsitzende Stücke der im Verwandlungszustande befindlichen Nymphe" angetroffen wurden. Wir neigen zu der Ansicht, daß schon die fertigen Nymphen die Muschel verlassen bei den Arten (z. B. *aculeata* und *tricuspis*), die als Nymphen und Adulti freilebend angetroffen wurden. Das mögen vor allem die Arten aus den Untergattungen *Unionicola* und

Pentatax sein, soweit diese überhaupt als Muschelbewohner auftreten. Von den *Parasitatax*-Arten kennen wir nur bei *ypsilophora* einiges über die Entwicklung und die Ökologie. Diese des Schwimmens unkundigen, schwerfälligen und vergleichsweise größeren Tiere sind, aus der Muschel entnommen und ins freie Wasser gebracht, ersichtlich unbeholfen in ihrer Bewegung und völlig unfähig, sich vom Grunde zu erheben. Von *Parasitatax tumida* und von der ökologisch in die gleiche Gruppe gehörenden *Najadicola ingens* sagt Wolcott 1898 (249), die Körper seien so groß, „as to incapacitate the mites for any movement, and the great thing lies on its back kicking its legs in the air [sic!] utterly unable to even hold itself right side up. The swimming powers are feeble and the animal sinks at once to the bottom where it clambers clumsily about, fortunate if any soft object allows it to obtain a foothold, at a great disavantage if it be on a bottom too hard to allow its claws to penetrate." Wolcott stellt hierzu den gleichen Unterschied im Verhalten und in der Morphologie heraus, wie von uns oben ausgeführt wurde, gegenüber jenen Arten, wie *aculeata* z. B., welche „retains the length of legs, small size of body and activity of movement almost unimpaired ... quite as good a swimmer as *A. crassipes*".

Wir müssen aber doch als notwendig annehmen, daß auch Arten wie *ypsilophora* und Formen ähnlichen Verhaltens die Muschel in irgendeinem ihrer Stadien verlassen, um andere Wirte aufzusuchen, anderenfalls sie aussterben müßten. Ob dies ± zwangsläufig beim Altern oder Absterben der Milben in einem Wirtstier, oder ob es aktiv geschieht durch die freien Larven, Nymphen oder Adulti, ist bislang noch nicht erwiesen.

Noch völlig ungeklärt, wie bei den meisten Hydrachnellae, sind Art und Zeitpunkt der Copula bei den Unionicoliden. Da *ypsilophora* und biologisch ähnliche Arten wenig geeignet und geneigt erscheinen, als Adulti die Muschel zu verlassen, liegt die Vermutung nahe, die Copula erfolge sozusagen aus Sicherheitsgründen in der Muschel. Man könnte hier an Szalays überraschende Beobachtung denken, derzufolge Hydrachnellae-Männchen eine sich verwandelnde Nymphe mehrere Tage und so lange „hüten", bis das geschlechtsreife ♀ — und nur andersgeschlechtige, also weibliche Teleiophanstadien werden gehütet — die Nymphenhaut abstreift, um sie dann sofort zu begatten.

Bei *Unionicola*-Arten, wie *aculeata* u. a., dürfte die Copula erst später und nicht in der Muschel erfolgen. Die Chance des Sichtreffens der Geschlechter ist bei diesen beweglicheren Formen auch außerhalb der Muschel durchaus gegeben.

Es erhebt sich noch die Frage: Inwieweit sind die Unionicolinen, sofern sie in Muscheln vorkommen, als „Parasiten" zu bezeichnen, wie sie, ohne begrifflich dies Verhalten zu analysieren, bislang meistens bezeichnet wurden? Bei Beantwortung dieser Frage lehnen wir uns an die von Vitzthum 1943 nach Deegener 1917 und 1918 aufgestellten Arten der Vergesellschaftung im Tierreiche an.

Ist das Zusammenleben von Milben und Mollusken nur ein Synoecium, eine Wohngemeinschaft, in der erstere nur eine Wohnstätte suchen? Wohl nicht, denn die Muschel bietet nicht nur einen Wohnraum, in welchem sie selbst sich auch befindet, sondern sie beherbergt die Milbe innerhalb ihres Organismus, in ihren Organen.

Es ist das Verhältnis zwischen Unionicolinen und Mollusken auch mehr als bei einem Symphorium, da die Milben nicht nur auf der Körperoberfläche des Wirtes leben.

Sind die Milben als Paraphagen nur harmlose Genossen ihrer Wirte, die diese substantiell nicht schädigen, die vielleicht von den Abfallstoffen leben oder die etwa an dem eingeströmten, vom Wirte evtl. nicht verwertbaren oder nicht verwerteten Nahrungsstrom teilhaben?

Der Begriff des Parasitium, der Schmarotzergemeinschaft (VITZTHUM, l. c. p. 592), besagt, „das parasitäre Mitglied der Gesellschaft ist mindestens in seiner Ernährung mehr oder weniger auf die Existenz des Wirtes angewiesen, dem es assimilierte wertvolle Körpersubstanz entzieht" . . . „deren Entziehung für ihn einen (wenn auch nicht selten kaum merklichen) Verlust bedeutet". Die Larven vieler Genera der Hydrachnellae sind zweifellos Ektoparasiten, so alle, die in diesem Stadium direkt den Insekten (Dipteren, Odonaten, Coleopteren usw.) anhaften und darin mit ihren Mundteilen saugend verankert sind. Die Jugendstadien der Unionicoliden sind einen Schritt weitergegangen, indem sie im Organismus der Wirte, in deren Organen leben und wachsen.

VITZTHUM 1943 (567) stellt die Milben-Muschel-Vergesellschaftung zu den epizoischen Paraphagen. Dieser Ansicht VITZTHUMS vermögen wir nicht zuzustimmen. Spongien-Unionicoliden (*U. crassipes* im Parenchym von *Spongilla-* und *Ephydatia*-Arten, *Torrenticola spongicola* [VIETS 1927] aus *Pachydictium globosum* von Celebes) entnehmen zweifellos wirtseigene Stoffe zu ihrer Entwicklung (vgl. ARNDT u. VIETS 1938 d). Es ist kaum anders denkbar, daß auch Unionicolinen aus Mollusken, die alle mindestens bis zur fertigen Nymphe hier leben, während des Larvenlebens, das im Gewebe des Wirtes verläuft, neben den eigenen Dottersubstanzen bis zu einem gewissen Grade auch Substanz des Wirtskörpers beansprucht werden. Das kurzwährende Freileben der Larve und deren bald erfolgende Ruhestellung bis zur fertigen Nymphe — vermutlich ohne daß in der kurzen Zwischenzeit von der Larve Nahrungsstoffe für fernere Entwicklung gespeichert werden konnten, macht wahrscheinlich, daß auch die ruhende Nymphe durch Verwertung muscheleigener Substanzen wächst und reift. Es sei hierbei an die oben erwähnten Haemamöben CLAPARÈDES erinnert.

Die in der Muschel freilebenden Nymphen und Adulti können aus dem durchströmenden Wasser wirtsfremde Stoffe aufnehmen; sie können aber auch, wie oben schon gesagt, sich von Ausscheidungen (Schleim) des Muscheltieres ernähren oder gar direkt vom Muschelgewebe leben. Exakte und direkte Beobachtungen darüber gibt es nicht. Immerhin hat PFEIFFER beobachtet, daß Muscheln bei starkem Befall durch Milben „sehr zu leiden" scheinen, „matt, mager, unfruchtbar" werden und die „Kiemenblättchen schlaff" sind. Und HALDEMAN bemerkte, daß in Gefäßen gehaltene Unionicoliden „penetrate into the interior of the detached pieces given them for food". WELSH 1930 fütterte die zu Experimenten verwendeten *Unionicola*-Arten mit Stücken von Muschelkiemen, und er ist hinsichtlich der Ernährung der Milben der Ansicht, daß sie „seem to feed largely on the mucus from the gills and their presence in large numbers appears to increase the amount of mucus secreted". Es wird den Unionicolinen der Muscheln also mehr geboten als nur Wohnraum, und eine Schädigung der Wirte durch Substanzverlust erscheint durch die Milben dann durchaus

gegeben, wenn deren Zahl in der Muschel zunimmt. Wir meinen — „und tatsächlich ist auch der Schritt vom Paraphagen zum Parasiten nicht weit" (VITZTHUM l. c. p. 539) —, daß die Unionicolinen diesen Schritt ± weit getan haben, daß ihre Vergesellschaftung mit den Mollusken daher als Parasitium zu bezeichnen ist.

Anders ist vielleicht *Najadicola ingens* zu beurteilen, eine Art, die KOENIKE aus kanadischen Muscheln (*Anodonta fragilis* [= *Anodonta marginata* Say] und *Unio complanata* [= *Elliptio violaceus* Spengler = syn. *complanatus* Dillw.]) beschrieb und die auch MARSHALL 1929c (76) aus Kanada (Anodonten) erwähnt. Abweichend von den Weibchen der bisher behandelten Vertreter der Subfamilie *Unionicolinae* besitzt das ♀ der *Najadicola* keine Stechborsten an den Genitalplatten; die Eier werden also nicht in das Gewebe der Wirtstiere eingeführt, und beim Parasitismus der Najadicolinen scheint — wenngleich wir über deren Entwicklung noch nicht orientiert sind — eher ein Paraphagium vorzuliegen.

In einer neueren Arbeit befassen sich nun HUMES & JAMNBACK 1950 mit *Najadicola ingens* (KOEN. 1895). Aus Gewässern Kanadas und der benachbarten USA wurden aus 74 Lokalitäten 3077 zu 14 verschiedenen Arten gehörende Muscheln untersucht. In den hierbei als milbenpositiv befundenen drei Muschel-Species fanden sich 906 *Najadicola*-Exemplare (494 ♂ und 412 ♀). Die parasitierten Muscheln sind

Elliptio complanatus (SOLANDER) (= *Elliptio violaceus* Spengler) 2054 Tiere, davon 231 = 11,2% positiv,

Anodonta cataracta Say (= *Pyganodon cataractus* Say) 625 Tiere, davon 242 = 38,7% positiv und

Lampsilis radiata (GMELIN) (= *Ligumia radiata* Gmel.) 152 Tiere, davon 18 = 11,8% positiv.

Den stärksten Milbenbefall zeigten *Anodonta cataracta* (= *Pyganodon cataractus*) mit bis zu 87,3% und *Elliptio complanata* (= *Elliptio violaceus*) mit 57%. Fanden sich in milbenbesetzten Exemplaren dieser beiden Muscheln je 1 ♂ und 1 ♀ von *Najadicola*, dann saßen diese gewöhnlich im vorderen Kiemenraum in der gleichen Suprabranchial-Kammer nebeneinander (Abb. 8)[5]). Kleinere, also jüngere Muscheln wurden am häufigsten bewohnt. Die reifen Tiere von *Najadicola*, die sich so zusammenfinden — man könnte fast von einer Ehe sprechen —, werden vermutlich längere Zeit gemeinsam nebeneinander leben, und es ist anzunehmen, daß oviger gewordene Weibchen, die mit 5—6 mm Größe drei- bis viermal so groß wie Männchen werden, die Muscheln nicht mehr verlassen und hier absterben. Unreife Milben und einzelne Männchen saßen gewöhnlich zwischen den Kiemenblättern. Zur aktiven Fortbewegung, um z. B. neue Wirte aufzusuchen, sind die unförmlichen ♀ mit ihren relativ kurzen und plumpen, schwimmhaarlosen Gliedmaßen sicher nur wenig und nur unbeholfen fähig. Neubesiedlung von Muscheln kann somit wohl nur durch Larven oder Nymphen erfolgen. Daß die Adulti für ein Leben außerhalb der Muschel ungeeignet erscheinen, zeigen auch die sehr zarte Körperhaut und die mit auffallend kleinem Pigmentkörper ausgestatteten Augen.

[5]) Diese Abb. 8 stellte freundlicherweise Dr. HUMES zur Verfügung, und ebenso ist ihm zu danken für Exemplare von *Najadicola*, von denen ♂ und ♀, zu einem mikroskopischen Präparat verarbeitet, Vorlage der Abbildungen 6 und 7 sind.

A. G. HUMES fand, wie er VIETS freundlichst mitteilte, freie Larven und Nymphen in den Kiemenkammern, letztere besonders in „the distal edges of the gills between the gill lamellae". HUMES glaubt, daß die Larven durch das ausströmende Wasser aus der Muschel hinausgespült werden und danach neue Wirte aufsuchen. Die Larven und auch die Nymphen sind bislang nicht beschrieben, und wir wissen z. B. nicht, ob erstere schwimmen können[6]).

In *Anodonta cataracta* (= *Pyganodon cataractus*) saßen die Milben besonders regelmäßig in den äußeren, bei *Elliptio complanata* (= *Elliptio violaceus*) dagegen in den inneren Suprabranchial-Kammern. HUMES führt den Unterschied zurück auf die verschiedenartige Wasserzirkulation in den Kiemen der Muscheln, insofern (nach BAKER 1928, zitiert durch HUMES)[7]) „the specialised long-term breeding clams like *Anodonta* have the gills modified to provide better water circulation than in the short-term breeders like *Elliptio*".

Die Eier von *Najadicola* werden in großer Zahl in Haufen in den Suprabranchial-Kammern der Muscheln, nicht wie von *Unionicola* ± einzeln in die Kiemen abgelegt. *Najadicola*-♀ besitzen keine besonders ausgestalteten Legeeinrichtungen wie die Vertreter der Vergleichsgattung (vgl. Abb. 5 und 7). Da jeder Eihaufen etwa 250 bis 300 Eier umfaßt und in einer Muschel bis zu 23 dieser „egg-masses" gefunden wurden, kann die Eiermenge, die offenbar von nur 1 ♀ stammt, bis zu ± 6300 betragen. Diese hohe Eizahl deutet auf hohe Verluste während der Entwicklung der Milben und auf erschwerte Neubesiedlung von Muscheln durch die jugendlichen Milben hin.

Von den genannten *Anodonta* und *Elliptio* abweichend fanden sich in *Lampsilis radiata* (= *Ligumia radiata)* wenigstens 2 Exemplare jeden Geschlechts der *Najadicola,* in einem Falle sogar 4 ♂ und 8 ♀, also auch hier offenbar monogame Zusammengehörigkeit der Milben in einer Muschel.

In 90 % der befallenen Muscheln fanden sich „papillae of various sizes on the walls of the suprabranchial chambers. As many as 40 papillae were counted in one suprabranchial chamber containing a pair of mites". Die Bedeutung dieser „papillae" ist noch nicht geklärt. In ihrer Arbeit schreiben HUMES & JAMNBACK „in only 10 clams were papillae without mites. Presumably these clams had previously been parasitized by *N. ingens*". Somit erscheint es möglich, daß die Entwicklung der Milben in diesen Gebilden erfolgt, die dann also Ruhestadien wären (Teleiophanen), an denen die kleinen nymphalen Anhänge wie Beine und Palpen nicht er-

[6]) Die Nymphen von *Najadicola,* von denen wir einige der Freundlichkeit HUMES' verdanken, sind etwa 500 µ groß. Der Körper ist fast kugelig und die Mundteile, Palpen und Epimeren nicht von denen der Adulti abweichend. Abweichend von den Adulti, die natürlich neben Dornen wie die Nymphen, nur vereinzelte, feine, „weiche", kurze Härchen statt der Schwimmhaare an den Gliedenden der Beine tragen, besitzen die Nymphen gliedlange Schwimmhaare, und zwar an den I. B. 3 und 4 je 1, an den 5. je 2, II. B. 4 u. 5. je 2, III. B. 3 je 1, an den 4. u. 5. je 2, IV. B. 4 u. 5 je 1.

Die Napfplatten des provisorischen Genitalorgans sind weit seitlich bis hinter die laterale Hinterrandrundung der 4. Epimeren gerückt; es sind 82 µ lange, mit je zwei Näpfen besetzte transversal gerichtete Platten. Die auf die Nymphen folgenden Ruhestadien (Teleiophanen), an deren Außenhaut Maxillarorgan mit Palpen, Epimeren und die infolge Histolyse leeren Beine meist noch anhängen, werden etwa dreimal so groß wie die Nymphen und noch größer.

[7]) F. C. BAKER 1928. The fresh-water Mollusca of Wisconsin. Part. II. Pelecypoda. — Bull. Univ. Wisconsin, ser. no. 1527, gen. ser. no. 1301, pp. 1—495.

kannt wurden. Damit wären, den unterschiedlichen Größen bei den Ruhestadien entsprechend, die „various sizes" der papillae erklärbar. „The papillae were often arranged in an incomplete ring around the mites and their egg masses, perhaps acting as a barrier to prevent the eggs from being carried out of the gill chambers . . ." Wir möchten annehmen, daß jede der papillae, durch eine Milbe verursacht, für diese den Entwicklungsraum darstellt, in ähnlicher Weise, wie Wassermilben in der Regel in ihren einzelnen Eiräumen bis zur fertigen Larve, vereinzelt auch bis zur freiwerdenden Nymphe eingeschlossen bleiben. Handelt es sich in den papillae um Teleiophanstadien von *Najadicola,* dann müßten die anhängenden Organe gefunden werden und wohl auch eine Verankerung der papillae mit Hilfe der Milbenmundteile an der Muschel (zwecks Nahrungsaufnahme) festzustellen sein; denn zwischen freier Nymphe und ruhendem Teleiophanstadium ist ein bedeutender Größenunterschied zu erkennen, der bei dem Ruhestadium ohne eine Ernährung nicht mehr möglich sein kann.

Brieflich äußert sich Humes dazu: „The structures which I have called papillae are enlargements of the clam tissue apparently induced by the insertion of the mouthparts of the mites. Living mites when seen in situ in the clam often have their mouthparts still inserted in the tip of the papillae. Some of these papillae may reach large diameters up to 4 or 5 mm. Again the nature of these papillae is a question which invites investigation and I hope to examine these histologically."

Von Milben besetzte Kiemen gravider Exemplare von *Anodonta cataracta* (= *Pyganodon cataractus*) enthielten wenig oder keine Glochidien, während die parasitenfreie Kieme der Gegenseite normal entwickelt war.

Humes und Russell 1951 berichten über den jahreszeitlichen Lebenszyklus der *Najadicola* in den genannten *Elliptio* (= *Elliptio violaceus*) und *Anodonta* (= *Pyganodon cataractus*). Lebende Eihaufen der Milben wurden in *Anodonta* im Juni abgelegt; die Larven schlüpfen im August. Die Entwicklung bis zur Larve fällt somit in die Monate mit der höchsten Wassertemperatur. Nach der Eiablage im Juni sterben die Weibchen der *Najadicola* ab, wie die Zahl toter Tiere im Juli anzeigt. Tote Männchen fanden sich während des ganzen Jahres. *Najadicola*-Nymphen wurden in Anodonta cataracta (= *Pyganodon cataractus*) in geringer Zahl mit Ausnahme der Monate XII und I, V und IX beobachtet.

Die Frage topotaktischer Beziehungen zwischen Hydrachnellae und Mollusken sucht Welsh 1930 anzugehen. Er experimentierte mit Unionicolinen aus *Anodonta cataracta* Say (= *Pyganodon cataractus* Say). „When removed from the gills and allowed to remain in water from the mantle cavity, the mites are indifferent to directional light, wander aimlessly about the dish, and tend to cling to bits of mucus and gill. If washed and placed in fresh water free of material from the host, they show a definite positive phototropism." So die Reaktion bei der Mehrzahl der Milben, die etwa eine Stunde nach Entfernung aus der Muschel andauert.

In einem mit einer Muschel besetzten Aquarium fanden von 45 Milben 43 während einer Nacht in die Muschel zurück. Milben in einem Wasser, das Stücke der Kiemen enthielt, finden diese Stücke, besonders im Dunkeln oder in diffusem Licht. Die Milben versuchen, in die Schnittstellen der Kiemenstücke zu kriechen, oder sammeln sich, dort ruhend, unter den

Stücken. „This would seem to indicate a positive stereotropism", der die Milben in der Muschel hält und bei dem vielleicht „a definite chemical stimulus directs the mites to the material of the host". Ein chemisches Agens des einen Geschlechts bewirkt wohl auch die plötzlich einsetzende Bereitschaftsstellung der Männchen der Milbe *Tiphys ornatus* zur Kopula (vgl. VIETS 1914c) bei Anwesenheit von Weibchen und das Erkennen der vor dem Ausschlüpfen stehenden weiblichen Nymphen und deren tagelanges „Hüten" zwecks sofort nach dem Schlüpfen unternommener Kopula durch freilebende Männchen bei *Piona coccinea* (vgl. SZALAY 1942a).

Wir kennen bei den Hydrachnellae weder einen für die zwei genannten Fälle bestimmtes sekretierendes Organ, noch die Beschaffenheit des Sekretes, noch das Aufnahmeorgan, das den Unionicolinen wegweisend hilft oder das bei den beiden anderen Arten die Bereitschaft zur Begattung einleitet.

Eine merkwürdige Beobachtung — Umsteuerung des Phototropismus — wurde bei Unionicolinen weiterhin von WELSH beobachtet. Wenn sie, in frischem Wasser gewaschen und dadurch positiv phototrop geworden, in Wasser mit Extrakt aus Muschelkiemen oder mit solchem aus der Mantelhöhle gebracht wurden, so erfolgte „an immediate reversal to a photonegative state". WELSH ist der Ansicht, daß „negative phototropism assisted by chemotropism and stereotropism keeps the mites within the host".

Später, 1931, machte WELSH Testversuche mit Körperflüssigkeit von verschiedenen Muscheln: Körperflüssigkeit von *Lampsilis radiata* (GMELIN) (= *Ligumia radiata* Gmelin), *Elliptio complanatus* (DILLWYN) (= *Elliptio violaceus* Spengler = syn. *complanatus* Dillw.), *Sphaerium sulcatum* u. a. gegenüber *Anodonta*-Milben. Diese reagierten entscheidend photonegativ auf Anodonten-Flüssigkeit, die somit „specific for a particular host-parasite combination" zu betrachten ist. Auch bei *Unionicola fossulata* aus *Cyclonais tuberculata* (= *Tritogonia verrucosa* Raf.) und einer anderen *Unionicola* aus *Lampsilis radiata* (= *Ligumia radiata* Gmelin) zeigte sich die Umkehrung nur bei körpereigenem Wirtsmuschelextrakt, nicht bei solchem aus *Anodonta*. WELSH (1931, p. 499) ist der Ansicht, *Anodonta*-Milben „were probably primitively positive to light and the negative response has been acquired only after a long period of life within a particular species of mussel. The constant influence of some material from the host which stimulates the mites either through their olfactory or gustatory organs keeps them in a negative state as regards their behavior to light of a given intensity, but their removal from this influence causes a reversion to the primitive state".

In WELSH's experimentellen Untersuchungen — „it is expected that similar associations exist in other host-parasite combinations" — liegen zweifellos Probleme vor, die zu gleichgerichteten Untersuchungen anregen sollten.

In Verfolg der durch WELSH festgestellten photokinetisch bedingten Bewegungsreaktionen bei *Unionicola* untersuchte WATERMAN 1937 bei dieser Milbe die Wellenlänge des optimal wirkenden Lichtes. Er fand, daß bei *Unionicola* dies „with its maximum sensitively at 530 mμ, falls in among a considerable group of animals which have a maximum spectral sensitivity in the green and yellow-green region of the spectrum". In die Region gleicher „sensitivity" gehören nach WATERMANS Liste die Flagellaten *Pan-*

dorina und *Eudorina* einerseits (524 mμ) und *Tenebrio* larvae und *Cyprid* barnacle larvae (530—540 bzw. 545 mμ) sowie dog, cat und rabbit (535 mμ) andererseits.

Da die Milben, um nicht auszusterben, in irgendeinem Stadium — frühestens, aber wenig wahrscheinlich als Larve — die Muschel verlassen müssen, um andere zu besiedeln — und *ypsilophora* einerseits, *aculeata* andererseits sind zu diesem Termin schon unterschiedlich — wird der Zwang zu solchem Verhalten durch physiologische Umstimmungen bedingt sein. Solche Umstimmungen können durch Licht, Intensität der ± spezifisch auf die Unionicolinen einwirkenden „Extrakt"-Stoffe der Wirte bewirkt werden; vielleicht aber sind auch hormonale Ursachen bei den Milben bedingend dafür. Letztere könnten primär sein und das Auswandern bewirken, jene sekundär und für das Wiederfinden einer Muschel verantwortlich. Wir wissen nichts darüber und nichts über die evtl. perzipierenden Organe der Milben.

Unbekannt ist noch die Entwicklung und die offenbar dafür nötigen Wirte bei den recht vielen übrigen bekannten, nicht in Muscheln parasitierenden Unionicolinen, deren Weibchen alle in gleicher Weise wie die Muschelmilben mit Legeapparaten am Genitalorgan ausgestattet sind, und die sicherlich ihre Eier in lebende Substrate ablegen.

Über *Hydrachnellae* in Süßwasserschnecken sind erst wenige Befunde zu verzeichnen.

Erwähnt wurde schon die brasilianische *Unionicola (Polyatax) ampullariae* (Koen. 1890) aus der Kiemenhöhle von *Ampullaria canaliculata* Lam. (Anm. der Verff.: Unter dem Namen *A. canaliculata* sind verschiedene Arten zusammengefaßt, deren Artselbständigkeit noch nicht eindeutig erwiesen ist.) — Thon 1899 f fand in Böhmen in *Paludina contecta* (= *Viviparus viviparus* L.) eine Nymphe von *Hydryphantes dispar* (v. Schaub 1888), „welche hinter dem Kopfe in den Mantel des Tieres hineingebissen war". Thon berichtet weiter, daß „alle Exemplare (von *Thyas*), die ich in Böhmen erbeutete, an der Oberfläche der Gehäuse von *Paludina contecta* (= *Viviparus viviparus* L.) oder *Planorbis corneus* L. im Schlamm und Röhricht sitzend oder herumkriechend" erbeutet wurden. — Wolcott 1899 sah in daraufhin untersuchten *Campeloma, Physa, Limnaea* und *Goniobasis* keine Wassermilben. — Auch Soar, der 1905 in England einige hundert *Planorbis* untersuchte, konnte dort keine Milben feststellen. — Annandale 1921 erwähnt „a minute parasitic mite among the gill-filaments" der Paludinenart *Lecythoconcha lecythis* (Benson) aus Indien. Die spezifische Stellung der Milbe ist unbekannt. Nach einer Notiz bei André & Lamy 1930 b (216, Anm. 3) fällt der Name *Lecythoconcha* in die Synonymie von *Cipangopaludina* Hannibal 1912. — In 9 von 10 Exemplaren von *Campeloma decisum* (Say) sah Chandler 1934 „2 to 9 mites, besides encysted young in the gills". Die Milbenart hält er für *Unionicola aculeata*, die ja vordem bereits aus USA bekannt war. — Marshall 1935 a (99) endlich beschreibt aus *Campeloma* „an undetermined long-spired, thin shelled species" eine *Unionicola campelomaicola*. Die 45 hauptsächlich an den Kiemen von 22 Wirtstieren gefundenen Milben waren ♂, ♀ und Nymphen. Von den im November und Mai gesammelten Tieren enthielten nur letztere Männchen (11 Individuen); im November wurde nur 1 Nymphe gefunden.

Die Frage, ob in Muscheln parasitierende Hydrachnellae ursächlich mit der Bildung von Perlen in Beziehung zu bringen sind, ist noch ungeklärt.

FILIPPI 1854a (281) schreibt: „Je viens de trouver des Perles de l'*Anodonta cygnea* qui renfermaient comme noyau un jeune individu de *Limnochares Anodontae* encore parfaitement reconnaissable." Er bemerkt dazu 1856, dieser Befund der in Piemont in Muscheln sehr gemein auftretenden Milbe sei zufällig und sehr selten und nicht (wie Trematoden) die gewöhnliche Ursache der Perlen.

KÜCHENMEISTER, der 1856 die Übersetzung der FILIPPIschen Arbeit gab, fand in einer Perle aus *Margaritana* nach deren Lösung in Essigsäure ein sechsbeiniges Gebilde und in einer kleinen Perle des Herzbeutels „eine achtbeinige, verkreidete Wasserspinne, die aus dem Centrum der zersprengten Perle herausfiel" und die er für *Unionicola ypsilophora* hielt. KÜCHENMEISTER schlägt vor, da er die Milben für hervorragend an der Perlenbildung beteiligt glaubt, Muscheln in von Unionicolinen bewohnte ruhige, schlammige Gewässer zu bringen, um sie dort von Milben besiedeln zu lassen; er will sogar Milben in die Muscheln einspritzen. Man wollte damals die Staatsfinanzen sanieren durch „Das Verfahren, welches zur künstlichen Vermehrung der Perlen dem hohen Königl. Sächsischen Ministerium der Finanzen vorgeschlagen wurde".

v. HESSLING erwähnt 1858 KÜCHENMEISTERS Befunde, spricht sich aber gegen dessen Parasitentheorie aus. Er fand in einer großen Anzahl untersuchter Perlmuscheln keine Parasiten und keine solchen als Kern von Perlen. v. HESSLING ist der Ansicht, daß in die Muschel eingedrungene Quarzkörnchen oder Pflanzenteile Ursache der Perlenentstehung seien.

PAGENSTECHER 1858, der zweifellos mehr von Milben verstand als KÜCHENMEISTER und die übrigen hierzu genannten Autoren, fand in Dünnschliffen und in mit Säuren behandelten Perlen aus Flußperlmuscheln nie Spuren von Hydrachnellen, und nach seiner Ansicht verursachen diese keine Perlbildung.

MÖBIUS 1858 neigt zu der Ansicht, daß tierische Organismen für die Perlen der Perlmuschel verantwortlich seien, und GARNER 1864 und 1871 glaubt, der Anodonten-*Acarus* „produce numerous pearly prominences to be seen upon the interior surface of the shell", jedoch schreibt er der Anwesenheit von Distomen die Hauptursache der Perlen zu. WOLCOTT (1898) (249) äußert sich zu GARNERS Ansicht über diese Möglichkeit, indem er schreibt „it is possible the irritation due to the presence of eggs in the mantle, might in some cases lead to this". Und PIERSIG 1896-99 vermerkt, ANFOSSO 1874 habe „ähnliche Ansichten vertreten". ANFOSSO verzeichnet „cadavere d'un idracna nel centro delle perle".

MEISENHEIMER 1905 und später in einem Referat 1912 über RUBBEL erwähnt die früheren Ansichten, bringt in der Frage jedoch nichts Neues. Auch RUBBEL 1911a und 1912 beschäftigt sich mit dem Problem; auch er weist die Parasitentheorie zurück.

RÖSSLER 1907 gab eine recht ausführliche Darstellung der bisherigen Befunde und Ansichten, doch beziehen sich seine Erörterungen vorwiegend auf Perlen und Parasiten in Meeresmuscheln.

ALVERDES 1913, der die Frage gründlich und experimentell untersuchte, fand in zwei Fällen in *Unio*-Perlen ein Milbenei auf. Als Ursache

der Perlbildung stellte er experimentell bei *Margaritana* und auch bei *Anodonta cellensis* (= *Anodonta cygnea* L.) sowie bei *Unio pictorum* L. die Verlagerung von Stücken der Mantelplatte in den Mantelrand, in dessen inneres Bindegewebe als notwendig fest. Hinsichtlich der Milben bemerkt Alverdes: „Denn wenn z. B. eine Milbe ein Ei in den Muschelmantel ablegt, so wird nur eine ganz kleine Wunde entstehen, und in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle wird dieselbe verheilen, ohne daß ectodermale Zellen mit ins Mantelparenchym gelangt sind." Noch weitere Autoren — Jameson, Korschelt, Thiel u. a. befaßten sich mit der Perlbildung. Neue Befunde zu unserer Frage wurden nicht erbracht.

Es berichten also, von Anfosso abgesehen, Filippi über eine Milbe in einer *Anodonta*-Perle, Küchenmeister über Unionicolinen in *Margaritana*-Perlen und Alverdes über Milbeneier in *Unio*-Perlen. Der einzig bekannte Fund von zwei Stück *Unionicola* in *Margaritana margaritifera* L. wird durch Stadler 1940 (50) aus dem Lützelbach im Spessart erwähnt. Leider ist die spezifische Feststellung der Milbe nicht erfolgt.

Abschließend darf man wohl sagen, daß Perlenbildung durch parasitische Hydrachnellae in Ausnahmefällen möglich erscheint, wenn z. B. Eier der Milben in den Raum zwischen Mantel und Schale gelangen, oder, wie Vitzthum 1943 (569) ausführt: „Die Unionicolinen sind aber im allgemeinen keine Verursacher von Perlenbildung, schon aus dem zwingenden Grunde nicht, weil sie sich nicht zwischen Mantel und Schale der Muscheln aufhalten. Wenn man Reste von Milben in Perlenbildungen gefunden haben will, so können dies nur vereinzelte Ausnahmen gewesen sein, die nicht das Gegenteil beweisen."

Die bislang aus Mollusken festgestellten Milbenarten verteilen sich wie folgt:

Hydrachnellae	Vorkommen:	Bewohner der: Lamellibranchier (Muscheln)	Gastropoden (Schnecken)
Fam. *Unionicolidae* Oudemans 1909			
Subfam. Encentridophorinae Viets 1935[8])			
Gen.: *Encentridophorus* Piersig 1897			
Subfam.: *Unionicolinae* Koenike 1909			
Gen.: *Unionicola* Haldeman 1842			
Unionicola (Unionicola) cirrosa Koen. 1914	Austral.	*Propehyridella nepeanensis* Conrad	
Unionicola (Unionicola) crassipes (O. F. M. 1776)	Eur., USA, Jap., Afr.?	*Sphaerium simile* Say *Pyganodon grandis footiana* Lea *Anodonta marginata* Say *Anodonta beringiana* Middff.	

[8]) Koenike 1893 d (25) sprach bei Beschreibung von *Atax spinifer*, syn. = *Encentridophorus spinifer* (Koen. 1893) die Vermutung aus, der distal an den Endgliedern der IV. Beine der Weibchen sitzende Stachel finde ähnlich wie der Stechborstenapparat der *Unionicola*-Weibchen Verwendung bei der Eiablage. Walter 1915 b (110) hält dies nicht für wahrscheinlich, da das Männchen bei *Encentridophorus* diese Endborsten an den IV. Beinen gleichfalls besitzt.

Hydrachnellae	Vorkommen:	Bewohner der: Lamellibranchier (Muscheln)	Gastropoden (Schnecken)
Unionicola (Unionicola) iheringi (KOEN. 1890) Subgen.: *Pentatax* THOR 1922	Brasil.		
Unionicola (Pentatax) aculeata (KOEN. 1890)	Eur., USA	*Unio crassus* Retz. *Anodonta cygnea* L. *Venustaconcha ellipsiformis* Conrad *Ligumia recta* Lam. *Elliptio (Eurynia) dilatata* Raf. *Amblema plicata costata* Say *Ortmanniana carinata* Barnes *Lampsilis ovata cardium* Raf. *Ligumia nervosa novi-eboraci* Lea *Fusconaia flava* Raf. *Platynaias viridis* Raf. *Ligumia fasciata* Raf. *Pyganodon grandis* Say	*Campeloma decisum* Say?
Unionicola (Pentatax) bonzi (CLAP. 1869)	Eur.	*Unio pictorum* L. *Anodonta cygnea* L. *Unio crassus* Retz.	
Unionicola (Pentatax) figuralis (KOCH 1836)	Eur., As., Afr., Amer.		
Unionicola (Pentatax) fossulata (KOEN. 1895)	Nordamer.	*Proptera alata* Say *Quadrula quadrula* Raf. *Obliquaria reflexa* Raf. *Lampsilis ovata cardium* Raf. *Ligumia fasciata* Raf. *Fusconaia flava* Raf. *Leptodea fragilis* Raf. *Amblema plicata* Say *Amblema plicata costata* Say *Pustulosa nodulata* Raf. *Ligumia nervosa novi-eboraci* Lea *Ortmanniana carinata* Barnes Venustaconcha ellipsiformis Conrad *Ligumia recta* Lam. *Tritogonia verrucosa* Raf. *Proptera laevissima* Lea *Anodontoides ferussacianus* Lea *Pyganodon grandis footiana* Lea *Strophitus undulatus edentulus* Say *Anodonta marginata* Say *Ligumia fasciata rosacea* Kay *Glabaris patagonicus bambousearum* Mor.	
Unionicola (Pentatax) intermedia (KOEN. 1882)	Eur., USA	*Unio tumidus* Retz. *Anodontoides ferussacianus* Lea *Pyganodon grandis footiana* Lea *Pyganodon grandis lugubris* Say *Pyganodon grandis* Say	

Hydrachnellae	Vorkommen:	Bewohner der: Lamellibranchier (Muscheln)	Gastropoden (Schnecken)
		Strophitus undulatus edentulus Say	
		Anodonta marginata Say	
		Ligumia fasciata Raf.	
		Ligumia nervosa Raf.	
		Uniomerus tetralasmus Say	
		Lasmigona costata Raf.	
		Pterosyna complanata Barnes	
		Anodonta anatina L.	
		Anodonta cygnea L.	
Unionicola (Pentatax) procurvipes (Koen. 1890)	Brasil., Paraguay	*Glabaris trapesialis* Lam.	
Unionicola (Pentatax) rezvoi Sok. 1931	Asien	*Cristaria plicata* Leach.	
Unionicola (Pentatax) setipes Sok. 1931	Asien	*Cristaria plicata* Leach.	
Unionicola (Pentatax) sinuata Lundbl. 1938	Südamerika	*Glabaris*	
Unionicola (Pentatax) stricta (Wolc. 1898)	USA	*Fusconaia flava* Raf.	
		Ortmanniana carinata Barnes	
		Lampsilis ovata cardium Raf.	
		Ligumia recta Raf.	
		Pustulosa nodulata Raf.	
		Amblema plicata costata Say	
		Tritogonia verrucosa Raf.	
		Proptera alata Say	
		Uniomerus tetralasmus Say	
		Quadrula quadrula Raf.	
		Amblema plicata Say	
Unionicola (Pentatax) tricuspis (Koen. 1895)	Europa		
Subgen.: *Parasitatax* Viets 1949			
Unionicola (Parasitatax) arcuata (Wolc. 1898)	USA	*Anodontoides ferussacianus* Lea	
		Pyganodon grandis footiana Lea	
		Strophitus undulatus edentulus Say	
		Anodonta marginata Say	
		Ligumia fasciata Raf.	
		Lasmigona costata Raf.	
		Pressodonta calceola Lea	
		Decurambis marginata Say	
		Anodontoides ferussacianus subcylindraceus Lea	
Unionicola (Parasitatax) diversipes Viets 1926	Asien		
Unionicola (Parasitatax) serrata (Wolc. 1898)	USA	*Ligumia fasciata* Raf.	
		Fusconaia flava Raf.	
		Amblema plicata costata Say	
		Proptera alata Say	
		Lampsilis ovata cardium Raf.	
		Pressodonta calceola Lea	
Unionicola (Parasitatax) tumida (Wolc. 1898)	USA	*Pressodonta calceola* Lea	
		Anodonta marginata Say	
		Strophitus undulatus edentulus Say	
		Anodontoides ferussacianus Lea	
		Amblema plicata costata Say	

Hydrachnellae	Vorkommen:	Bewohner der: Lamellibranchier (Muscheln)	Gastropoden (Schnecken)
Unionicola (Parasitatax) ypsilophora (BONZ 1783)	Eur., Asien, Nordamer.	*Pyganodon cataractus* Say *Proptera purpurata* Lam. *Ligumia fasciata* Raf. *Lampsilis ovata cariosa* Say *Anodonta marginata* Say *Anodontoides ferussacianus* Lea *Pyganodon grandis footiana* Lea *Strophitus undulatus edentulus* Say *Pyganodon grandis lugubris* Say *Pyganodon grandis* Say *Lastena chiensis* Raf. *Lastena (Utterbackiana) suborbiculata* Say *Platynaias viridis* Raf. *Ligumia subrostrata* Say *Decurambis marginata* Say *Lasmigona costata* Raf. *Pterosyna complanata* Barnes *Strophitus rugosus pavonius* Lea *Anodonta cygnea* L. *Anodonta anatina* L. *Unio pictorum* L. *Ligumia radiata* Gmelin *Quadrula (Ortonymus) cylindricus* Say *Ptychobranchus (Subtentus) subtentus* Say *Strophitus undulatus* Say *Tritogonia verrucosa* Raf.	
Subgen.: *Polytax* VIETS 1933			
Unionicola (Polyatax) ampullariae (KOEN. 1890)	Südamer.		*Ampullaria canaliculata* Lam.
Unionicola (Polyatax) campelomaicola MARSH. 1935	USA		*Campeloma*
Unionicola (Polyatax) japonensis VIETS 1933	Asien		*Viviparus malleatus* Reeve
Unionicola (Polyatax) scutigera VIETS 1926	Asien		*Viviparus japonicus* Marts.
Subgen.: *Unionicolides* LUNDBL. 1937			
Unionicola (Unionicolides) sica LUNDBL.	Südamer.	*Glabaris*	
Subgen.: *Unionicolella* LUNDBL. 1941			
Unionicola (Unionicolella) pachyscelus LUNDBL. 1941	Südamer.	*Glabaris*	
Subgen.: *Neoatax* LUNDBL. 1941			
Unionicola (Neoatax) abnormipes (WOLC. 1898)	Nordamer.	*Ligumia fasciata* Raf. *Proptera alata* Say *Lampsilis ovata cardium* Raf. *Ortmanniana carinata* Barnes	

Hydrachnellae	Vorkommen:	Bewohner der: Lamellibranchier (Muscheln)	Gastropoden (Schnecken)
		Ligumia recta Lam. *Amblema plicata costata* Say *Leptodea fragilis* Raf. *Ligumia teres* Raf. *Ptychobranchus fasciolare* Raf. *Pyganodon grandis* Say	
Unionicola (Neoatax) indistincta (Wolc. 1898)	Nordamer.	*Proptera alata* Say *Leptodea fragilis* Raf.	
Subgen.: *Vietsatax* Imam. 1938			
Unionicola (Vietsatax) parasitica Imam. 1938	Japan	*Anodonta beringiana* Middff.	
Gen.: *Polyatacides* Lundblad 1941			
Polyatacides prominens (Koen. 1914)	Südamer.	*Castalina nehringi* v. Iher.	
Gen.: *Atacella* Lundblad 1937			
Subgen.: *Atacella* Lundbl. 1937			
Atacella (Atacella) clathrata Lundblad 1937	Südamer.	*Glabaris*	
Atacella (Atacella) fissipes (Koen. 1891)	Südamer.	*Glabaris*	
Atacella (Atacella) perforata (Koen. 1890)	Südamer.	*Glabaris patagonicus* Lam.	
Subgen.: *Atacellides* Lundblad 1941			
Atacella (Atacellides) rugosa (Koen. 1890)	Südamer.	*Glabaris patagonicus* Lam.	
Atacella (Atacellides) schubarti n. sp. (Abb. 9)	Südamer.	*Diplodon delodontus* Lea	
Subfam.: *Heteratacinae* Lundblad 1941			
Subfam.: *Najadicolinae* Viets 1935			
Gen.: *Najadicola* Piersig 1897			
Najadicola ingens (Koen. 1895)	Nordamer.	*Elliptio violaceus* Spengler *Anodonta marginata* Say *Pyganodon grandis footiana* Lea *Elliptio (Eurynia) dilatata* Raf. *Ortmanniana carinata* Barnes *Ligumia fasciata* Raf.	
Danach sind bekannt aus Muscheln		31	
aus Schnecken			4
		Arten der Hydrachnellae	

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß auch marine Wassermilben, Halacaridae, an Mollusken parasitierend gefunden werden. Brucker 1897 beschrieb von den Branchien des *Acanthochiton porosus (= Acanthochiton porosus)* Burrow, Neu-Seeland, „fixé par son rostre" die Halacaride *Halacarus chitonis* Bruck. 1897. Brucker & Trouessart 1900a u. 1900b,

und später BRUCKER 1900 (433, Taf. 21, Fig. 53—58) beschrieben sehr genau die für die Fixation im Wirtstier dienenden Chelizeren der Art, jetzt *Halixodes chitonis* (BRUCK. 1897) genannt, die genau übereinstimmen mit denen des *Halixodes truncipes* (CHILTON 1883) (vgl. VIETS 1927 g [89, Fig. 1]), einer Art, die bereits früher „among some *Crustacea* collected from Lyttelton Harbour... beween tidemarks" (Neu-Seeland) entdeckt worden war, ohne Hinweis jedoch auf Zusammenleben mit Chitonen und also wohl freilebend angetroffen.

ANDRÉ (1931 a), der eine Neubeschreibung der Type von *chitonis* gab, erwähnt aus der Sammlung TROUESSART auch drei Larven der Art, die nach Lage der Dinge zusammen mit der 2. Nymphe gefunden worden sein müssen, also wohl auch an Chitonen. Beide Stadien von *chitonis* besitzen ebenso wie der als Adultus bekannte *truncipes* nach rückwärts gerichtete Chitinhaken am Rostrum, was vermuten läßt, daß alle freilebenden Stadien von *Halixodes* sich im Gewebe ihrer Wirte verankern und von deren Säften leben und daß wohl erst der reife Adultus den Wirt zwecks Fortpflanzung verläßt.

RAINBOW 1906 (161) bemerkt ganz allgemein das Vorkommen von Meeresmilben auf „Chitons", wobei er sich unter Angabe von „New Zealand" offenbar auf CHILTON stützt.

Erwähnt sei abschließend noch, daß als Synöcien eine Reihe von Halacariden z. B. auf Austernbänken (TROUESSART 1889 d, 1894 a, 1894 d), im Byssus-Gewirr von *Mytilus*-Arten (VITZTHUM 1943 [573]), in Gemeinschaft mit kleinen Muscheln und Schnecken (VIETS 1927 h [67] und 1928 b) im bei Ebbe ± trockenfallenden Küstenlitoral ebenso leben, wie im dichten, nie völlig austrocknenden Algengewirr u. a. ähnlichen Biotopen des submersen Litorals.

Zusammenfassung

Die ökologischen (parasitologischen) Beziehungen zwischen Süßwassermilben und Süßwassermollusken werden historisch und bis zum heutigen Stande der Kenntnisse dargestellt.

Aus der Wassermilben-Familie der Unionicolidae ist aus der Unterfamilie der Unionicolinae besonders die Gattung *Unionicola* HALD. 1842 (mit mehreren Untergattungen) mit 31 in Muscheln lebenden Arten aus Europa, Asien, Amerika und Australien als Muschelbewohner bekannt.

Die Entwicklung der Milben in Muscheln ist bei den verschiedenen *Unionicola*-Arten zwischen Ei und Adultus insofern unterschiedlich, als das Auswandern der Milben aus der Muschel (als Larve, Nymphe oder Adultus) in einem früheren oder späteren Entwicklungsstadium stattfindet. Über den Zeitpunkt des Auswanderns ist noch ebensowenig Genaueres bekannt wie über Zeitpunkt und Stadium der in die Muschel einwandernden Milben.

Erst wenig Milbenarten sind als Bewohner von Süßwasserschnecken bekannt geworden.

Das Zusammenleben der Milben mit Mollusken ist mehr als nur Wohngemeinschaft und ist als Parasitium anzusehen.

Die Milben werden offenbar durch topotaktisch wirkende Agentien in der Muschel gehalten und in diese geleitet.

Für die Bildung von Perlen in Süßwassermuscheln kommen Wassermilben nur ausnahmsweise ursächlich in Betracht.

An marinen Mollusken (Chitonen) wurde aus den Halacaridae (Meeres-Milben) nur *Halixodes* (Küste von Neuseeland) gefunden.

Literaturverzeichnis

Alverdes, Fr. (1913a): Über Perlen und Perlbildung. Z. wiss. Zool., **105**.

— — (1913b): Versuche über die künstliche Erzeugung von Mantelperlen bei Süßwassermuscheln. Zool. Anz., **42**.

André & Lamy (1930b): Les acariens parasites des Mollusques. J. Conchyliol. **29**.

André, M. (1931a): Note sur les espèces du genre Halixodes (Halacariens). Bull. Mus. Hist. natur. Paris, (s. 2), **3**, 5.

Anfosso, C. (1874): La vita e i costumi degli animali di Luigi Figuier. Gli aracnidi, i crostacei e i vermi. Milano.

Annandale, N. (1921): The aquatic and amphibious Mollusca of Manipur. Rec. Indian Mus. Calcutta, **22**, 4, No. 28.

Arndt, W. u. K. Viets (1938d): Die biologischen (parasitologischen) Beziehungen zwischen Arachnoideen und Spongien. Z. Parasitenkde., **10**, 1.

Baer, C. E. v. (1827): Beiträge zur Kenntnis der niedern Thiere. 4. Hydrachna Concharum. Nova Acta phys.-med. Acad., Bonnae, 1826-27, **13**, 2.

Barrois & Moniez (1887): Catalogue des Hydrachnides recueillies dans le Nord de la France avec des notes critiques et la description d'espèces nouvelles. Lille.

Beneden, P. J. van (1848): Recherches sur l'histoire naturelle et le développement de l'Atax ypsilophora (Hydrachna concharum), Acaride vivant en parasite sur les Anodontes. Mém. Acad. Sci. Lett. Belgique, **24**.

Bessels, E. (1869): Bemerkungen über die in unseren Najaden schmarotzenden Atax-Arten. Jahresh. Ver. vaterländ. Naturk. Württemberg, **25**.

Brucker E. A. (1897): Sur un nouvel Acarien marin. C. R. Soc. Biol. Paris, (s. 10), **4**, 24.

— — (1900): Monographie de Pediculoïdes ventricosus Newport et theorie des pièces buccales des Acariens. Bull. Sci. France & Belgique (s. 6; 4), **35**.

Brucker & E. L. Trouessart (1900a): Seconde note sur un Acarien marin (Halacaride), parasite de l'Acanthochiton porosus. C. R. Soc. Biol. Paris, **52**, 5.

— — (1900b): Description d'espèces nouvelles d'Halacaridae par le Dr. Trouessart, et description d'un genre nouveau par MM. Brucker et Trouessart. Bull. Soc. zool. France, **25**.

Chandler, E. R. (1934): Unionicola aculeata (Koenike) in snails in North Carolina. J. Parasitol., **20**, 5.

Charvet (1840): Note sur une Hydrachne parasite des Mollusques d'eau douce. Bull. Soc. statist. Sci. natur. Isère, Grenoble, **1**.

Chilton, Ch. (1883): On two marine mites. Trans. Proc. New-Zealand Inst., Zool., **15**.

Claparède, Ed. (1869): Studien an Acariden. Z. wiss. Zool., **18**, 4.

Dana, J. D. & J. Whelpley (1836): On two American species of the genus Hydrachna. Americ. J. Sci. Arts, **30**, 2.

Deegener, P. (1917): Versuch zu einem System der Assoziations- und Sozietätsformen im Tierreiche. Zool. Anz., **49**, 1.

— — (1918): Die Formen der Vergesellschaftung im Tierreiche. Ein systematisch-soziologischer Versuch. Leipzig.

Drouet, H. (1853): Etudes sur les Anodontes de l'Aube. V. Rev. Mag. zool. pure & appliquée, Paris (s. 2), **16**, 6.

— — (1856): Observations sur deux Anodontes. J. Conchyliol., **5**.

Faust, E. C. (1918): Additions to our knowledge of Unionicola aculeata (Koenike). Trans. Americ. micr. Soc., **37**, 2.

Filippi, F. de (1854a): Mémoire pour servir à l'histoire genétique des Trématodes. Ann. Sci. natur. Paris (s. 4), Zool. **2**.

— — (1856): Encore un mot sur la formation des perles. Arch. Anat., Physiol., wiss. Medic. 1856 (490).

Garner, R. (1864): On a parasitical Acarus of Anodon. 33. meat. Brit. assoc. advancem. Sci.

— — (1871): On the formation of British pearls and their possible improvement. J. Linn. Soc. London, Zool., **11**.

GIROD, P. (1889): Recherches anatomiques sur les Hydrachnides parasites de l'Anodonte et de l'Unio, Atax ypsilophorus et Atax bonzi. Bull. Soc. zool. France, **14**.
HALDEMAN, S. S. (1842 a): On some American species of Hydrachnidae. An account of some hitherto unnoticed species of the genus Hydrachna, MÜLLER. Zool. Contribut. Philadelphia, No. 1.
HALLER, G. (1882 a): Die Arten und Gattungen der schweizerischen Hydrachnidenfauna. Mitt. naturf. Ges. Bern, 1881, 2. Heft.
HARRINGTON, FLETCHER & TYRELL (1884): Report of the entomological branch for the season of 1883. Trans. Ottawa Field — nat. Cl. 1883-84, No. 5, **2**, 1.
HESSLING, Th. v. (1858): Über die Ursachen der Perlbildung bei Unio margaritifer. Z. wiss. Zool., **9**, 4.
HUMES, A. G. & JAMNBACK, H. A. (1950): Najadicola ingens (KOENIKE) a water-mite parasitic in fresh-water clams. Psyche, **57**, 3 (77—87).
HUMES, A. G. & RUSSELL, H. D. (1951): Seasonal distribution of Najadicola ingens (K.) (Acarina) in a New Hampshire pond. Psyche, **58**, 3 (111—119).
IMAMURA, T. (1938): [Studies on the water mite, Vietsatax parasiticum, parasitic on the mussel (Anodonta beringiana MIDDENDORFF)]. [japan.!] Zool. Mag. Japan, **50**, 11.
— — (1951 c): [On a water mite, Unionicola japonensis, parasitic in fresh-water snails.] [japan.!] Kagaku, **21**, 6.
IHERING, H. v. (1892): On the geographical distribution of Atax. Trans. New Zealand. Inst., **25**, 27.
JAMESON, H. L. (1912): Studies on Pearl-Oysters and pearls. Proc. zool. Soc. London, 1912.
JOBLOT, L. (1718): Observations d'histoire naturelle, faites avec le microscope etc. Paris.
JOHNSTON, G. (1853): Einleitung in die Konchyliologie, oder Grundzüge der Naturgeschichte der Weichthiere. Stuttgart.
KELLY, H. M. (1899): A statistical study of the parasites of the Unionidae. Bull. Illin. State Labor. natur. Hist., **5**, 8.
KOENIKE, F. (1890 b): Ein neuer Bivalven-Parasit. Zool. Anz., **13**.
— — (1890 c): Eine Wassermilbe als Schneckenschmarotzer. Zool. Anz., **13**.
— — (1890 d): Südamericanische auf Muschelthieren schmarotzende Atax-Species. Zool. Anz., **13**.
— — (1891 a): Noch ein südamericanischer Muschel-Atax. Zool. Anz., **14**.
— — (1893 d): Die von Herrn Dr. F. Stuhlmann in Ostafrika gesammelten Hydrachniden des Hamburger naturhistorischen Museums. Jbch. Hamb. Wiss. Anst., **10**, 1.
— — (1895 c): Nordamerikanische Hydrachniden. Abh. naturw. Ver. Bremen, **13**, 2.
— — (1896 a): Holsteinische Hydrachniden. Forschber. Plön., **4**, 6.
— — (1914 e): Neue und neubenannte Wassermilben. Abh. naturw. Ver. Bremen, **22**, 2.
— — (1915 a): Beitrag zur Kenntnis der Wassermilbe Unionicola aculeata (Koen.). — Arch. Hydrobiol., **10**.
KONINGSBERGER, J. C. (1913 a): De zoetwaterfauna en de detritusfauna van het cultuurgebied. In: Java, zoologisch an biologisch. 17 hoofdstuk.
KORSCHELT, E. (1913): Perlen. Altes und Neues über ihre Struktur, Herkunft und Verwertung. In: ABDERHALDEN, Fortschr. naturw. Forsch. **7**.
KRENDOWSKIJ, M. E. (1885): [Les acariens d'eau douce (Hydrachnides) de la Russie méridionale. —] [russ.!] Trav. Soc. Natural. Charkow, **18**.
KÜCHENMEISTER, G. F. H. (1856): Über eine der häufigsten Ursachen der Elsterperlen und das Verfahren, welches zur künstlichen Vermehrung der Perlen dem hohen Königl. Sächsischen Ministerium der Finanzen vorgeschlagen wurde. Arch. Anat., Physiol. wiss. Mediz., Berlin.
LEBERT, H. (1879): Description de quelques espèces nouvelles d'Hydrachnides du Lac Leman. Bull. Soc. Vaud. Sci. natur. (s. 2), **16**, 82.
LEIDY, J. (1883 a): On the reproduction and parasites of Anodonta fluviatilis. Proc. Acad. natur. Sci. Philadelphia, 1883, (44—46).
LUNDBLAD, O. (1941 g): Die Hydracarinenfauna Südbrasiliens und Paraguays. Erster Teil. Svensk. Vetenskapsakad. Handl. (s. 3), **19**, 7.
— — (1942 b): id. Zweiter Teil. ibid. **20**, 2.
MARSHALL, Ruth (1926): Water mites of the Okoboji Region. Univ. Iowa Stud. natur. Hist., **11**, 9.
— — (1927 c): Hydracarina of the Douglas Lake Region. Trans. Americ. microsc. Soc. **46**, 4.
— — (1929 c): Canadian Hydracarina. Univ. Toronto Stud., No. 39.

Marshall, Ruth (1933 b): Preliminary list of the Hydracarina of Wisconsin. Part III. Trans. Wiscons. Acad. Sci., **28**.
— — (1935 a): A new parasitic *Unionicola*. Univ. Toronto Stud. Biol. ser. No. 39.
Meisenheimer, J. (1905): Die neueren Untersuchungen über die Entstehung der Perlen. Naturw. Wochschr., Jena. (N. F.), 4, 18 u. 1912 l. c., **11**, 9.
Möbius, K. A. (1857): Die echten Perlen. Ein Beitrag zur Luxus-, Handels- und Naturgeschichte derselben. Hamburg.
Müller, O. F. (1781): Hydrachnae quas in aquis Daniae palustribus etc. Lipsiae.
Neuman, C. J. (1874): Nya svenska arter och slägter af Hydrachnider. Forh. skandin. Naturforsk., 11. mødde 1873.
Nordenskiöld, E. (1897): Notizen über Hydrachniden aus Süd-Finnland. Act. Soc. Fauna Flora Fenn., **15**, 1.
Oudemans, A. C. (1929 a): Kritisch Historisch Overzicht der Acarologie. Tweede Gedeelte, 1758—1804. Tijds. Entom., **72**, Suppl.
— — (1937 b): id. Derde Gedeelte, 1805—1850. Band D. Leiden.
Ozolin, V. (1930 a): Bericht über hydracarinologische Untersuchungen in Lettland. II. Mitteilung. Fol. zool. hydrob. Riga, **1**, 2.
Pagenstecher, H. A. (1858): Über Perlenbildung. Z. wiss. Zool., **9**, 4.
Pelseneer, P. (1928): Les parasites des mollusques et les mollusques parasitaires. Bull. Soc. zool. France, **53**, 3.
Perty, M. (1832): Beyträge zur Kenntnis der Fauna Monacensis. Isis, **25**, 7.
Pfeiffer, C. (1825): Naturgeschichte deutscher Land- und Süßwasser-Mollusken. 2. Abt. Weimar.
Piersig, R. (1896—1899): Deutschlands Hydrachniden. Zoologica, **19**, 22.
— — (1900 b): Hydrachnologische Bemerkungen. Zool. Anz., **23**.
Plate, H.-P. (1951): Die ökologischen Beziehungen zwischen Arthropoden und Mollusken. Z. angew. Entom., **32**, 3.
Rainbow, W. J. (1906): A synopsis of Australian Acarina. Rec. Austral. Mus. Sydney, **6**, 3.
Rathke, Jens. (1797): Om Dam-Muslingen. Skr. naturh. Selsk. Kiøbenhavn, **4**, 1.
Ravetta, Elsa (1933): Studio sulla biologia dell'idracaro Unionicola (Pentatax) bonzi (Claparède). Arch. zool. Ital., **19**.
Rössler, Rich. (1907): Die Perlen ud ihre Entstehung. Beil. Jber. Gymnas. Zwickau, No. 688.
Rubbel, A. (1911 a): Die Entstehung der Perlen bei Margaritana margaritifera. Zool. Anz., **37**.
— — (1911 b): Über Perlen und Perlbildung bei Margaritana margaritifera nebst Beiträgen zur Kenntnis ihrer Schalenstruktur. Zool. Jbch., Anat., **32**, 3.
— — (1912): Beobachtungen über die Bildung von Perlen bei Anodonta. Zool. Anz., **39**.
Selensky, W. (1869): [Geschichte der Embryonalentwicklung der Milben. —] [Russ.!] Petersburg.
Say, Th. (1821): An account of the Arachnides of the United States. J. Acad. natur. Hist. Philadelphia, **2**, 1.
Soar, C. D. (1905): The Hydrachnides of the Norfolk Broads. Trans. Norfolk Norwich. Soc., **8**.
— — (1906 b): Notes and observations on the life-history of freshwater mites. J. Quekett micr. Cl. (s. 2), **9**, 59.
Sokolow, J. (1931 a): Beiträge zur Kenntnis der Hydracarinenfauna des Ussuri-Gebietes. I. Die Hydracarinen der stehenden Gewässer. Zool. Jb., Syst., **61**, 4.
— — (1940 a): Hydracarina (I re partie: Hydrachnellae). Faune de L'URSS. Arachnides, **5**, 2.
Stadler, H. & E. Schenkel (1940): Die Spinnentiere (Arachniden) Mainfrankens. Mitt. naturw. Mus. Aschaffenburg, (N. F.), 2.
Szalay, L. (1926 d): Die Hydracarinen-Fauna des Balaton-Sees. Arch. Balaton, **1**, 1.
— — (1927 c): Eine neue Wassermilbe aus dem Balaton-See. Zool. Anz., 71.
— — (1942 a): Hydracarinen-Männchen, die Nymphen während deren Verwandlung hüten. Ann. Mus. nat. Hungar., **34**, Zool.
Thiel, M. E. (1931): Zur Hebung der Flußperlmuschelzucht und zur Frage der natürlichen Entstehung der Perlen. Intern. Rev. Hydrobiol., **25**, (383—393).
Thon, K. (1899 f): Über ein interessantes Beispiel des Parasitismus bei den Hydrachniden. Verh. zool.-botan. Ges. Wien, 1899.
— — (1901 e): Hydrachnidae (Wassermilben) der Umgebung von Podiebrad. Arch. naturw. Landesdurchforsch. Böhmen, **11**, 3.

THON, K. (1901 g): Über eine neue parasitische Atax-Art aus Texas. Ann. naturhist. Hofmus. Wien, **14**, 1.
TROUESSART, E. (1889 d): Revue synoptique de la famille des Halacaridae. Bull. scient. France Belgique (s. 3), **20**, 5—12.
— — (1894 a): Note sur les Acariens marins (Halacaridae) dragués par M. P. Hallez dans le Pas-de-Calais. Rev. biol. Nord France, **6**, 4.
— — (1894 d): Note sur les Acariens marins (Halacaridae), récoltés par M. Henri Gadeau de Kerville sur le littoral du Département de la Manche. Bull. Soc. Amis Sci. natur. Rouen, **9**, 1.
UCHIDA & IMAMURA (1940 a): Description of a new genus of water mites. Annot. zool. japonenses, **19**, 3.
UCHIDA, T. (1941): Water mites from Manchoukuo. Bull. Biogeograph. Soc. Japan, **11**, 15.
VIETS, K. (1914 e): Über die Begattungsvorgänge bei Acarus-Arten. Intern. Rev. Hydrobiol., Biol. Suppl., H. 3, zu **6**.
— — (1924 h): Die Hydracarinen der norddeutschen, besonders der holsteinischen Seen. (Versuch einer Oekologie der See-Hydracarinen.) Arch. Hydrobiol. Suppl., **4**, 1.
— — (1926 i): Indische Wassermilben. Zool. Jb., Syst., **52**, 5—6.
— — (1927 g): Die Halacaridae der Nordsee. Z. wiss. Zool., **130**, 1—2.
— — (1927 h): Halacaridae. In: GRIMPE & WAGLER, Tierwelt Nord-Ostsee XI, c.
— — (1928 b): Die Halacariden des Schärgaards bei Bergen (Norwegen). Bergens Mus. Årbok, Naturvid. Rekke, No. 6.
— — (1933 e): Kleine Sammlungen in- und ausländischer Wassermilben. Zool. Anz., **104**.
VITZTHUM, Graf, H. (1943): Acarina. In: BRONNs Klassen. **5**.
VOGT, C. (1849): Note sur quelques habitants des moules. Ann. Sci. natur. Paris (s. 3), Zool. **12**.
WALTER, C. (1907 b): Die Hydracarinen der Schweiz. Rev. Suisse Zool., **15**.
— — (1915 b): Les Hydracariens de la Nouvelle-Calédonie. In: SARASIN & ROUX, Nova Caledonia. Zool. **2**, 2, No. 7.
WATERMAN, T. H. (1937): The relative effectiveness of various wave lengths for the photokinesis of Unionicola. J. cellul. & compar. Physiol. Philadelphia, **9**, 3.
WELSH, J. H. (1930): Reversal of phototropism in an parasitic water mite. Biol. Bull. **59**, 2.
— — (1931): Specific influence of the host on the light responses of parasitic water mites. ibid. **61**, 3.
WESENBERG-LUND, C. (1918): Contributions to the knowledge of the postembryonal development of the Hydracarina. Danske Vidensk. Selsk. Skrift. (s. 8), **3**, 1.
— — (1939): Biologie der Süßwassertiere. Wirbellose Tiere. Deutsche Ausgabe. Wien.
WOLCOTT, R. H. (1898): New American species of the genus Atax (FAB.). Stud. zool. Labor. Univ. Nebraska, No. 23.
— — (1899): On the North American species of the genus Atax (FABR.). ibid. No. 30.

Ökologische Untersuchungen am Ofenfischchen, *Thermobia domestica* (Packard), und Silberfischchen, *Lepisma saccharina* L.

Autorreferat

von

Dietrich Sahrhage, Hamburg

Mit 1 Abbildung

Im Herbst 1949 entdeckte der Verfasser durch Zufall in einer Bäckerei des Hamburger Stadtgebietes zahlreiche Exemplare von *Thermobia domestica* (Pack.), dem Ofenfischchen *(Apterygota, Thysanura)*. Diese Tierart hat durch den menschlichen Handel und Verkehr genau wie das Silberfischchen, *Lepisma saccharina* L., weltweite Verbreitung gefunden. Über das Vorkommen von *Thermobia* in Europa liegen mehrere Meldungen z. B. aus Italien, Holland und England vor, doch war das Auftreten in Deutschland bisher noch nicht beschrieben.

Für ökologische Untersuchungen ist *Thermobia domestica* (Pack.) besonders gut geeignet, da sich der Lebensraum dieser Art bei uns ganz eng auf Bäckereibetriebe beschränkt. Über die Ergebnisse ökologischer Beobachtungen und zweijähriger Zuchtversuche an *Thermobia* und *Lepisma* hat der Verfasser an anderer Stelle bereits ausführlich berichtet*), daher möge hier eine kurze zusammenfassende Darstellung der Lebensverhältnisse genügen.

1. Das Auftreten von *Thermobia domestica* (Pack.) in Hamburg

Die Untersuchung von 25 Hamburger Bäckereien hat ergeben, daß im Jahre 1950 nicht weniger als acht dieser Betriebe von *Thermobia* befallen waren. Dagegen konnten in anderen Gebäuden wie Mühlen, Speichern u. ä. keine Ofenfischchen festgestellt werden. Hier reichen die klimatischen Bedingungen für ein Fortkommen der Tiere nicht aus. Die befallenen Backbetriebe zeigen eine völlig regellose und zufällige Verteilung über das Hamburger Stadtgebiet. Nach den Mitteilungen der Bäckermeister läßt sich das erste Auftreten von *Thermobia* in Hamburg bis etwa 1928 zurückverfolgen. Es ist zu vermuten, daß die Schädlinge etwa zu dieser Zeit mit Mehltransporten aus Nordamerika, ihrem Hauptverbreitungsgebiet, eingeschleppt worden sind. Die Verschleppung der Ofenfischchen von einer Bäckerei in die andere ist sehr leicht möglich bei Wiederverwendung ungereinigter Mehlsäcke, direkten Mehltransporten oder auch durch die Kleidung beim Arbeitsplatzwechsel der Arbeiter. Vermutlich ist *Thermobia* auch in anderen deutschen Städten seit längerer Zeit ver-

*) Z. f. wiss. Zool., 157. Bd., Heft 1/2, 1953, S. 77—168

Thermobia domestica (Pack.).
Erwachsenes Weibchen. Dorsalansicht 2 : 1

breitet, doch fehlt darüber bisher leider jede Mitteilung. Sollte das Vorkommen von Ofenfischchen irgendwo festgestellt werden, so wäre der Verfasser für eine Benachrichtigung dankbar.

Eine der untersuchten Bäckereien war derartig von *Thermobia* befallen, daß die Wände und Einrichtungen in den Backstuben dicht mit Tieren besetzt waren. Stellenweise konnten bis zu 459 Ofenfischchen auf 1 qm gezählt werden. Die Tiere belästigten nicht nur die Arbeiter, sondern fielen auch nicht selten in den Brotteig und verunreinigten mit ihren Häuten, Kot und Eiern die Mehlvorräte. Außerdem wurden erhebliche Mengen von Mehl, dem Hauptnahrungsmittel der Ofenfischchen, vertilgt.

Wenn eine derartige Massenentwicklung von *Thermobia* auch zu den Ausnahmefällen gehören mag, so muß doch ernsthaft auf diesen neu gefundenen Schädling in unseren Bäckereien hingewiesen werden; sind doch die Tiere, da sie ihren gesamten Lebenslauf bei uns durchmachen, als voll eingebürgert zu betrachten.

Um die weitere Ausbreitung des Schädlings zu verhindern, sind Maßnahmen erforderlich, die eine Verschleppung von einer Bäckerei in die andere unterbinden. Ein Übergang der Tiere in fremde (kühlere) Lebensräume ist kaum zu erwarten, da für das Gedeihen von *Thermobia* ganz besonders günstige Umweltbedingungen zusammenkommen müssen, die nur in Bäckereien zu finden sind. Den wesentlichsten Einfluß auf die Massenentwicklung von *Thermobia* haben die klimatischen Faktoren wie Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit und Zugluft. Aus den zahllosen Messungen in den Bäckereiräumen ergibt sich zusammenfassend, daß die Plätze an den Backofenwänden mit einer Temperatur von 35 bis 40° C Lieblingsaufenthalte der Ofenfischchen sind. Bei Schwankungen der Backofentemperatur wandern die Tiere an den Wänden hin und her, um immer die optimale Wärme zu finden. Die mikroklimatischen Bedingungen an den Wänden der Backstuben sind jedoch sehr unterschiedlich, so daß in der Verbreitung der Tiere auf kleinstem Raum große Unterschiede bestehen. Mit zunehmender Entfernung von den Backöfen machen sich die Einflüsse des Außenklimas immer mehr bemerkbar. Aus diesem Grunde werden große Bezirke der Bäckerei von den Ofenfischchen nur zur Nahrungs- und Wasseraufnahme besucht, während der eigentliche Lebensraum in den warmen dunklen Ecken an den Backöfen liegt. Sehr günstig wirken sich die geringen jahres- und tageszeitlichen Schwankungen der Temperatur aus. So sinkt die Temperatur in der Backstube selten unter 24° C, und unter Verwendung eines Thermohygrographen wurde örtlich

eine tägliche Temperaturschwankung von nur 4° C festgestellt. Neben der hohen Temperatur sind die Feuchtigkeitsverhältnisse entscheidend. Das Klima der Bäckerei zeichnet sich durch ganz geringe rel. Luftfeuchtigkeit aus, deren Werte meist unter 40%, oft unter 30% liegen. Trotz dieser extremen Trockenheit können die feuchtigkeitsliebenden Ofenfischchen ihren Wasserbedarf voll decken, da im Backprozeß regelmäßig, aber kurzfristig sehr hohe Feuchtigkeitswerte auftreten, und den Tieren genügend offene Wasserbecken zur Verfügung stehen. Zugluft wird von den Schädlingen streng gemieden.

Außer der Gunst der klimatischen Faktoren wirkt sich der Nahrungsreichtum vorteilhaft aus, denn Mehl, Zucker u. a. steht in unbeschränktem Maße zur Verfügung. Auch die Raumverhältnisse können von Einfluß sein. So wurde in der obenerwähnten Bäckerei die Massenentwicklung von *Thermobia* dadurch sehr gefördert, daß die Tiere in zahlreichen dunklen, schlecht erreichbaren Ecken sowie in tiefen Rissen der Backofenwände gute Schlupfwinkel und Brutmöglichkeiten fanden. Als im vorliegenden Falle die Bekämpfung durch Spritzen mit 1%iger Lösung von „Gix" (Farbwerke Hoechst) aufgenommen wurde, zeigte sich an den Wänden der Bäckerei zwar ein durchschlagender Erfolg, aber in den tiefen Mauerrissen blieben immer noch einzelne Tiere, Larven und Eier am Leben; eine endgültige Ausrottung der Tiere war also nicht möglich. Die Bekämpfung wird oft auch dadurch behindert, daß viele Insektizide wegen der hohen Wandtemperaturen in der Bäckerei (oft bis über 60° C) nur kurze Zeit wirksam bleiben. Der Verfasser hält eine indirekte Bekämpfung der Schädlinge durch Vornahme baulicher Veränderungen (Beseitigung der Risse, Vermeiden unzugänglicher dunkler Winkel) für notwendig, um die Voraussetzung für eine wirksame direkte Bekämpfung durch Insektizide zu schaffen.

Gegenüber den günstigen Lebensbedingungen spielen die ungünstigen Faktoren kaum eine Rolle: Die Gregarinen, von denen fast alle Ofenfischchen befallen sind, haben anscheinend keine ernsthafte Schädigung der Wirte zur Folge, und die Spinnen der Bäckerei, die einzigen Feinde des Schädlings, vertilgen nur geringe Mengen.

2. Die Zucht von *Thermobia domestica* (Pack.) und *Lepisma saccharina* L.

Durch quantitative Untersuchungen an der *Thermobia*-Population in einer Bäckerei und bei der zweijährigen Aufzucht der Tiere wurde festgestellt, daß im Laufe eines Jahres ein gesetzmäßiger Wechsel in der Zusammensetzung der Population stattfindet. Die Mehrzahl der Ofenfischchen wächst vom Frühjahr bis zum Herbst heran, wobei die Weibchen den Männchen sowohl an Körpergröße als auch an Zahl überlegen sind. Im Herbst stirbt dann der größte Teil der ausgewachsenen Weibchen (11—12 mm lang) ab, so daß die Männchen die Weibchen zahlenmäßig überflügeln. Durch das Heranwachsen der neuen Generation und das Absterben der alten Männchen kehrt sich dann gegen Ende des Winters das Zahlenverhältnis der Geschlechter wieder um. Diese Tatsache beruht auf der Periodizität der Eiablage, wie sie in der *Thermobia*-Zucht bei möglichst naturgetreuen Bäckereibedingungen (37° C, 35—40% rel. Luftfeuchtigkeit mit kurzfristigem Ansteigen auf 70%, Mehlnahrung) beobachtet wurde. Trotz ganzjährig gleichmäßiger Temperaturen von

37° C wurden nämlich fast nur in den Monaten Februar bis Oktober Eier abgelegt. Dabei schwankte die Zahl der von einem Weibchen hervorgebrachten Eier von 0—182 mit einem Gesamtdurchschnitt von 115. Worauf dieser jahreszeitliche Ablauf beruht, ist nach den vorliegenden Untersuchungen noch nicht zu entscheiden. Auch in der vergleichsweise durchgeführten Zucht von *Lepisma saccharina* L. (Zimmertemperatur, d. h. im Sommer etwa 22,5° C, im Winter etwa 16° C, 80% rel. Luftfeuchtigkeit) wurden die Eier periodisch abgelegt, und zwar setzte die Eiablage etwa Mitte April ein und dauerte bis Mitte August. Von einem Weibchen wurden durchschnittlich 10 Eier (Schwankung 4—27) abgelegt.

Die Eier von *Thermobia* und *Lepisma* zeigen in Aussehen und Größe keine wesentlichen Unterschiede. Sie sind oval, weiß bis bräunlich, in der Länge etwa 1 mm. Mit der klebrigen Oberfläche werden sie an alle möglichen Gegenstände angeheftet.

Die Embryonalentwicklung von *Thermobia* dauerte bei 37° C, 35 bis 40% (zeitweise 70%) rel. Luftfeuchtigkeit etwa 14 Tage, wobei 89,5% der Eier Larven ergaben. Bei Zimmertemperatur blieben Eier etwa 1½ Monate am Leben und entwickelten sich nach Umsetzen in höhere Temperatur zu Larven. Außerhalb der Bäckerei ist also eine wirksame Verschleppung von Eiern mit Säcken usw. durchaus möglich. Die Embryonalentwicklung von *Lepisma* dauerte bei Zimmertemperatur im Durchschnitt 35 Tage (Schwankung 25—43 Tage). Dabei entwickelten sich jedoch nur 24,4% der Eier zu Larven.

Bei der vergleichenden Untersuchung der Larvenstadien zeigte sich, daß die Jungen von *Thermobia* und *Lepisma* morphologisch kaum zu unterscheiden sind. Die jüngsten Larven weichen in ihrem Aussehen noch erheblich von den Imagines ab. Das 1. Stadium ist durch den Besitz eines Eizahnes an der Stirn gekennzeichnet, der mit der 1. Häutung verlorengeht. Erst mit der 3. Häutung erscheinen die Schuppen, und die Larven gleichen sich nahezu der Gestalt der Erwachsenen an.

Das zeitliche Eintreten des Imaginalstadiums und die Zahl der zum Imaginalstadium gelangenden *Thermobia*-Larven sind nicht nur von der Temperatur, sondern auch von der rel. Luftfeuchtigkeit abhängig. Der höchste Prozentsatz an Larven (61%) entwickelte sich bei 37° C und 65—70% r. F. zu Imagines. Unter Bäckereibedingungen trat die Mehrheit der Tiere nach 160—180 Tagen in das Imaginalstadium ein. Die Lebensdauer von *Thermobia* beträgt bei gleichen Bedingungen etwa 1½ Jahre. *Lepisma* überwintert bei Zimmertemperatur bis zur ersten Eiablage zweimal und erreicht ein durchschnittliches Lebensalter von 2—3 Jahren. Bei langanhaltenden niedrigen Zimmertemperaturen macht *Lepisma* eine Winterruhe von etwa Anfang November bis Ende März durch.

An Nahrungsmitteln stehen den Ofenfischchen in der Bäckerei nur vegetabilische Stoffe wie Mehl, Brot, Zucker u. a. zur Verfügung, während tierische Stoffe weniger in Frage kommen, nämlich in Form gefressener Artgenossen. Das Hauptnahrungsmittel Mehl ist als wirklich vollwertiges Nahrungsmittel zu betrachten, während durch einseitige Kohlenhydrat-Ernährung (Zucker, Stärke) bei *Thermobia* Mangelerscheinungen und Änderungen im Farbmuster der Schuppen auftreten.

Die Gesamtzahl der Häutungen im Laufe des Lebens von *Thermobia* läßt sich durchschnittlich auf 30—55 schätzen (bei 37° C). Der Abstand der Häutungen ist von der Temperatur abhängig. Das normale Häutungsintervall von 14 Tagen (bei 37° C) wird durch Amputation von Beinen oder Körperfortsätzen auf 6—8 Tage verkürzt. Infolge des Abreibens der Schuppen beim Fang und der nach 6—8 Tagen folgenden Regenerationshäutung bildet sich ein Häutungsrhythmus aller gleichzeitig in Zucht genommener Tiere heraus.

Auf die Untersuchungen an den Genitalorganen von *Thermobia* und *Lepisma* kann hier nicht näher eingegangen werden. Die Organe zeigen bei beiden Arten ähnliche anatomische Verhältnisse wie sie auch an *Ctenolepisma* festgestellt sind. Die Begattung erfolgt bei *Thermobia* durch Aufnehmen einer einfach gebauten, flaschenförmigen Spermatophore. Diese Spermatophore ragt zum Teil aus der Genitalöffnung des Weibchens einige Zeit als „Begattungszeichen" heraus, bevor ihre Hülle völlig verzehrt wird. Von der Begattung bis zur Eiablage verstreicht (bei 37° C) meist ein Zeitraum von 14 Tagen. Zur Herbeiführung der Eiablage sind immer neue Begattungen erforderlich, da die Eiablage bei Fortnahme der Männchen nach wenigen Tagen aufhört.

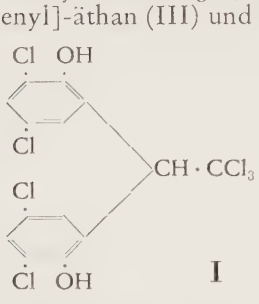
Aus der Freien Universität Berlin-Dahlem

Konstitution und Wirkung von Insektiziden. Mitt. VII[1]): β, β, β-Trichlor-α, α-bis-[2-oxy- bzw. 2-methoxy-3,5-dihalo-phenyl]-äthane*)

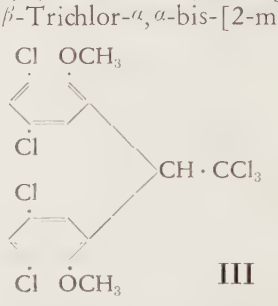
Von

RANDOLPH RIEMSCHNEIDER

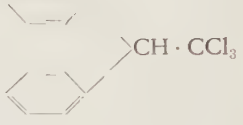
Nach Angaben einiger Autoren [1] sollen die DDT-Analogen β, β, β-Trichlor-α, α-bis-[2-oxy-3,5-dichlor-phenyl]-äthan (I) und β, β, β-Trichlor-α, α-bis-[2-oxy-3-brom-5-chlor-phenyl]-äthan (II) gegen *Musca domestica* und *Pyrausta nubilalis* stark wirksam sein, während sich die entsprechenden Methoxyverbindungen, das β, β, β-Trichlor-α, α-bis-[2-methoxy-3,5-dichlor-phenyl]-äthan (III) und β, β, β-Trichlor-α, α-bis-[2-methoxy-3-brom-5-chlor-



I



III



V

phenyl]-äthan (IV) gegen die genannten Insekten als unwirksam erwiesen haben. Kontakt-insektizide Wirksamkeit[2]) von I und II ist jedoch wegen der *Molekülgröße* sowie der *Art, Zahl* und *Stellung der Auxokontakten*[3]) im Molekül des Kontaktophoren β, β, β-Trichlor-α, α-diphenyl-äthan (V) unerwartet [2a]:

Die *Molekülgröße* hochwirksamer Kontakt-Insektizide mit Rückstandswirkung ist nach den eigenen bisherigen Untersuchungen (1943—1952) begrenzt. Die Molekulargewichte von I und II liegen außerhalb der Grenzen 270—430, die vom Verfasser [2b] 1946 für die Klasse der Halogenverbindungen[4]) angegeben worden sind. — I und II enthalten *negative und*

*) Vorgetragen am 1. April 1953 auf dem Chemikertreffen in Innsbruck. Referat: Angew. Chem. **65**, 267 (1953). Vgl. auch J. Amer. chem. Soc. **74**, 4853 (1953).

[1]) Mitt. V, Anz. Schädlingskunde **24**, 145 (1951); Mitt. VIII, Z. Naturforschg. **9b**, Heft 2 (1954). Vgl. auch l. c. Fußnote 8.

[2]) Sämtliche in dieser Arbeit über Konstitution und Wirkung von Insektiziden gemachten Ausführungen gelten für Stoffe, die durch die Cuticula der Insekten zum Wirkungsort gelangen (nicht für Fraßgifte).

[3]) Über die Begriffe der Auxokontakten und Kontaktophoren vgl. [2d].

[4]) In neueren von unseren Feststellungen über die Molekülgröße von Kontakt-Insektiziden ausgehenden amerikanischen Arbeiten [3] ist versucht worden, die Gültigkeit einer Begrenzung der Molekülgröße für *verschiedene Stoffklassen* von Insektiziden (N-, P-, Hal.-haltige u. a.) nachzuweisen. Die Betrachtungen werden allerdings nicht nur auf Kontakt-Insektizide mit Rückstandswirkung beschränkt, wie wir es aus verschiedenen Gründen getan haben [2b].

positive Auxokontakten gleichzeitig im Molekül des Kontaktophoren V[3]). Nach eigenen Versuchen bedingt die Einführung der negativ auxokontakten OH-Gruppen in V: starke Schmelzpunktserhöhung (Assoziation durch H-Brücken), Herabsetzung der Lipoidlöslichkeit und damit Verschwinden der kontakt-insektiziden Wirksamkeit. Hochschmelzende DDT-Körper mit bemerkenswerter Kontaktgiftwirkung sind nicht bekannt [2b]. Die Inaktivität der drei von uns synthetisierten Dioxy-V-Isomeren: β,β,β-Trichlor-α,α-bis-[4-oxy-phenyl]-äthan (XII), β,β,β-Trichlor-α-[2-oxy-phenyl]-α-[4-oxy-phenyl]-äthan und β,β,β-Trichlor-α-[3-oxy-phenyl]-α-[4-oxy-phenyl]-äthan gegen *Musca domestica, Calandra granaria* u. a. Insekten dürfte durch Einführung von vier positiv auxokontakten Cl-Atomen — allein schon wegen der dadurch bedingten Molekülvergrößerung — kaum aufgehoben werden. Wenn man hinsichtlich OH- bzw. OCH_3-Gruppen die Wirksamkeit von I, II, III und IV diskutiert, würde eher von III und IV kontakt-insektizide Wirksamkeit zu erwarten sein, da diese Verbindungen ausschließlich positive Auxokontakten enthalten und da die XII entsprechende Dimethoxy-Verbindung, das β,β,β-Trichlor-α,α-bis-[4-methoxy-phenyl]-äthan (= Methoxychlor), im Gegensatz zu XII gegen *Musca domestica* Wirksamkeit zeigt. — Die *Zahl der negativen und positiven Auxokontakten* in I und II beträgt sechs, die *4,4'-Stellungen* sind unbesetzt. I und II wären die einzigen wirksamen DDT-Analogen mit sechs Auxokontakten im V-Molekül[5]). Unter den Di- und Tetrasubstitionsprodukten von V besitzen nur einige in 4, 4'- und 3, 3',4, 4'-Stellung durch positive Auxokontakten substituierte Verbindungen bemerkenswerte Kontaktgiftwirkung. — Die hier über die kontakt-insektizide Wirksamkeit von Verbindung I bis IV angestellten Überlegungen gelten sinngemäß auch für I-, II-, III- und IV-Isomere und -Derivate.

Zur experimentellen Nachprüfung der auf Grund vorstehender Überlegungen in Zweifel gezogenen Angaben über die kontakt-insektizide Wirksamkeit von I, II und Derivaten mußten wir uns zunächst mit der Synthese dieser Verbindungen beschäftigen. Bisher ist nur über die Herstellung eines der hier interessierenden DDT-Analogen im Schrifttum [2c, 4] berichtet worden, allerdings auch in diesem Falle ohne Konstitutionsbeweis.

I vom Schmp. 187°[6]) [2c] stellten wir durch Umsetzung von 2 Mol 2,4-Dichlor-phenol und 1 Mol Chloral unter den Bedingungen der Baeyer-Kondensation bei 10° her. Als Kondensationsmittel wurde 98%ige Schwefelsäure verwendet. Durch Methylierung von I mit Diazomethan gelangten wir zu III vom Schmp. 154°, durch Kondensation von 2,4-Dichlor-anisol und Chloral im molaren Verhältnis 2 : 1 zu III vom Schmp. 160°[7]). Die beiden III-Isomeren konnten als Stereoisomere identifiziert werden; es handelt sich hier um den ersten Fall von Stereoisomerie in der DDT-Chemie [2e]. Einzelheiten über Herstellung, Konstitution und Konfiguration von I und III-Isomeren sowie der entsprechenden Äthylenverbindungen werden an anderer Stelle mitgeteilt werden.

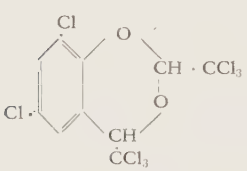
[5]) Wenn wir vom β, β, β - Trichlor - α, α - bis - [4 - methoxy - 3, 5 - dichlor-phenyl]-äthan absehen.

[6]) Temperaturen in Celsius-Graden (nicht korrigiert).

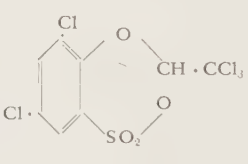
[7]) Der Mischschmelzpunkt der beiden III-Stereoisomeren liegt bei 135°. III vom Schmp. 160° spaltet in 0,1 n-alkoholischer Kalilauge in kürzerer Zeit 1 Mol HCl ab als III vom Schmp. 154° [2e].

Die DDT-Analogen: I vom Schmp. 187°, III vom Schmp. 154° und 160°[6]) sowie die aus den III-Isomeren hergestellten Äthylenverbindungen, die β,β-Dichlor-α,α-bis-[2-oxy- bzw. 2-methoxy-3,5-dichlor-phenyl]-äthylene vom Schmp. 166° bzw. 157°, wurden im Petrischalen*film*test gegen *Drosophila melanogaster* und *Calliphora erythrocephala* auf insektizide Wirksamkeit geprüft: Sämtliche Verbindungen erwiesen sich bei Anwendung von 1 mg pro Schale und einer Beobachtungsdauer von 300 Min. als unwirksam. — Im Petrischalen*filter*test zeigten je 5 mg der genannten Stoffe innerhalb 24 Stunden gegen *Calandra granaria* und *Acanthoscelides obtectus* keine Wirksamkeit. Als fünftes Testtier verwendeten wir *Musca domestica*, da, wie bereits eingangs erwähnt wurde, für *Musca* Giftwerte veröffentlicht worden sind [1]. Aber auch in diesem Falle erwies sich I als völlig inaktiv (ebenso auch die III-Isomeren). Für die Durchführung der Testversuche mit *Acanthoscelides*, *Calandra* und *Musca* dankt Verfasser Herrn Dr. H. P. PLATE, Berlin.

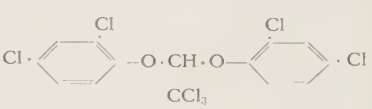
Unsere Versuche bestätigen also die oben über die kontakt-insektiziden Eigenschaften von I (und III) angestellten Überlegungen und stehen mit den in Mitt. VI dieser Reihe gemachten Ausführungen im Einklang[8]). Wahrscheinlich hatte die im Schrifttum [1] als I bezeichnete Verbindung eine andere Zusammensetzung; leider sind in den zitierten Arbeiten weder Herstellungsweg noch physikalische Eigenschaften der getesteten „I"-Verbindung angegeben worden. Für den Fall, daß „I" in USA aus 2,4-Dichlor-phenol (VI) und Chloral (VII) gewonnen worden ist, prüften wir noch die Verbindungen VIII und IX, die unter veränderten Versuchsbedingungen aus VI und VII in Gegenwart von Schwefelsäure erhalten



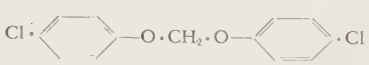
VIII



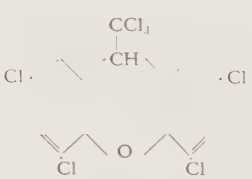
IX



X



XI



XIV

werden können, auf kontakt-insektizide Wirksamkeit: Sowohl VIII vom Schmp. 123° (aus VI und VII im molaren Verhältnis 1 : 2) als auch IX vom Schmp. 116° (aus VI und VII in SO_3-haltiger Schwefelsäure) erwiesen sich jedoch als völlig inaktiv. Das von uns aus I hergestellte 2, 4, 5, 7-Tetrachlor-9-trichlormethyl-xanthen (XIV) zeigte ebenfalls keine insektizide Wirksamkeit. Es wäre zu prüfen, ob es sich bei „I" um einen Stoff

[8]) Vgl. Vortrag gehalten im *Chemischen Kolloquium* der Universität *Freiburg* am 31. Juli 1953. Referate: Angew. Chem. **66**, 59 (1954) und Anz. Schädlingskunde **26**, 189 (1953). Ferner Mitt. VIII, l. c. Fußnote 1.

der Formel X gehandelt hat, zumal die Eignung einer X-analogen Verbindung, des Bis-[4-chlor-phenoxy]-methans (XI), als Insektizid bereits beschrieben worden ist [5].

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft sei für die Förderung der vorliegenden Arbeit bestens gedankt.

Eingegangen am 21. November 1952

Literaturverzeichnis

[1] z. B. D. D. Questel, S. J. Gertler, U. S. Bur. Entomol. and Plant Quarantine **E-743**; auszugsweise auch bei H. L. Haller, Ind. Engng. Chem., ind. Edit. **39**, 469 [1947].
[2] R. Riemschneider, a) Euclides (Madrid) **11**, 379 [1951]; b) ebenda **11**, 377 [1951]; Anz. Schädlingskunde **23**, 108 [1950]; 2. Beih., 1 Erg.-Bd. zur „Pharmazie" **1947**, S. 99—172; c) 9. Beih., 1 Erg.-Bd. zur „Pharmazie" **1949**, S. 657, Tab. 3, lfd. Nr. 11 und S. 679, Tab. 7 lfd. Nr. 17; d) ebenda S. 694; Angew. Chem. **A 60**, 70 [1948]; e) J. Amer. chem. Soc. 74, 4853 [1953].
[3] z. B. E. E Kenaga, J. econ. Entomol. **43**, 938 [1951].
[4] V. Ettel, J. Weichet, Coll. **13**, 435 [1949].
[5] L. R. Jepson, J. econ. Entomol. **39**, 813 [1946]; C. L. Hoyle, U. S. Patent 2, 330, 234.

Verschiedenes

Die Fabricius-Medaille, die von der Deutschen Entomologischen Gesellschaft zur Auszeichnung besonderer wissenschaftlicher Verdienste um die Entomologie gestiftet wurde, ist nach elfjähriger, durch Zeitumstände bedingter Pause vor kurzem verliehen worden an: Prof. Dr. E. Martini, Hamburg, für seine Lebensarbeit auf dem Gebiet der medizinischen Entomologie und für sein „Lehrbuch der medizinischen Entomologie"; Prof. Dr. H. Weber, Tübingen, für sein „Lehrbuch der Entomologie" und den „Grundriß der Insektenkunde", durch die eine wertvolle Grundlage für die Förderung der Entomologie im Hochschulunterricht geschaffen worden ist; Prof. Dr. W. Hennig, Berlin, für sein grundlegendes Werk über „Die Larvenform der Dipteren".

Berichtigung

Zu: Gäbler, H., Dipterenlarven als Parasiten u. Synöken des Buchdruckers, *Ips typographus* L. Bd. 35, 1953 S. 55—62.

Herr Kollege Prof. Dr. W. Hennig macht mich darauf aufmerksam, daß offenbar bei zwei Larvenformen die Numerierung versehentlich vertauscht wurde. Es muß heißen Abb 5. u. 6: Noch nicht bestimmte Dipterenlarve, Abb. 8 Lonchaealarve.

Die Texthinweise ändern sich sinngemäß.

Gäbler, Eberswalde

Referate

Plate, H. P. und Frömming, E., Die tierischen Schädlinge unserer Gewächshauspflanzen, ihre Lebensweise und Bekämpfung. 288 S. mit 126 Abb. Verlag Duncker & Humblot, Berlin und München, 1953. Preis geb. DM 19,60.

Bei der wachsenden Bedeutung, die Gewächshauskulturen auch bei uns im Gartenbau gewinnen, war ein zusammenfassendes Nachschlagewerk über ihre Schädlingsfauna und über die hier in Frage kommenden Bekämpfungsverfahren längst ein Bedürfnis. Das neue Werk versucht die Lücke zu schließen. Es will dem Praktiker, dem Studierenden der Gartenbauwissenschaft und schließlich dem Pflanzenschutzfachmann und -forscher als „Handbuch" für alle einschlägigen Fragen über Gewächshausschädlinge dienen. Leider erfüllt es seine Aufgabe nur unvollkommen. Seiner ganzen Anlage nach entspricht es einer wissenschaftlichen Abhandlung, in der die Verfasser über eigene und fremde Forschungsergebnisse berichten, nicht aber einem Handbuch und orientierenden Nachschlagewerk. Von einem solchen wird eine straffe, übersichtliche und auf das wesentliche beschränkte Darstellung erwartet. Der Praktiker beispielsweise und ebenso der Gartenbaubeflissene wird hier vergebens nach Möglichkeiten zur Bestimmung des einen oder anderen Schädlings suchen, der ihm in Gewächshäusern begegnet. Auch nach Schadbildern, die in anderen Fachwerken über Pflanzenschutz vergleichend gegenübergestellt zu werden pflegen, wird er kaum zur sicheren Ermittlung eines ihm unbekannten Schädlings kommen. So fehlt dem Buch manches, was notwendig zum Rüstzeug eines Handbuches gehört. Andererseits wird vieles, was wenig oder gar nichts mit der Sache zu tun hat, in unnötiger Ausführlichkeit behandelt. Das wertvollste an dem Werk sind die Aufzählungen der in Gewächshäusern durch die Verfasser und andere bisher festgestellte Schädlinge (geordnet nach Würmern, Weichtieren und Arthropoden) und ihrer Nährpflanzen. Durch sie gewinnt es für den Pflanzenschutzfachmann und -forscher (aber praktisch auch nur für diese) Bedeutung. Man hätte dem Werk der beiden jungen Autoren ein längeres und besinnliches Ausreifen gewünscht. Möge es einer späteren Auflage zuteil werden. — Z.

Vité, J. P., Die Schäden des Lärchenblasenfußes und ihre Verbreitung. 65 S. mit 34 Abb. In: Schriftenr. d. Forstl. Fak. Univ. Göttingen Bd. 5. J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a. M., 1953. Preis br. DM 8,40.

Vité, der sich in den letzten Jahren um die Erforschung der Verbreitung, Lebensweise und Ökologie des Lärchenblasenfußes sowie um die Kenntnis seiner Schadwirkungen besondere Verdienste erwarb, gibt in der vorliegenden Schrift eine zusammenfassende Übersicht über den heutigen Stand unserer Kenntnis dieses „neuen" Lärchenschädlings. Obschon sein Verbreitungsgebiet ganz Mitteleuropa umfaßt, hat er hier im westlichen Teil bislang kaum Beachtung gefunden. Ernstere Schäden sind vor Kriegsausbruch aus dem östlichen Teil, so besonders aus Böhmen beschrieben worden, wo auch der Lärchenblasenfuß erstmals (1941) als der eigentliche Erreger des in der Literatur mehrfach erwähnten „Lärchenwipfelsterbens" entdeckt wurde. In Westdeutschland sind seit Kriegsende in zunehmendem Maße insbesondere in Höhenlagen unter 500 Meter in Fichten- und Lärchenmischbeständen Blasenfußschäden festzustellen, die von seiten der forstlichen Praxis beachtet werden sollten. Diese über Schäden und Schadbild sowie über die Lebensweise und Umweltsansprüche des Lärchenblasenfußes und über Begegnungsmaßnahmen aufzuklären, ist der Hauptzweck der Schrift, den sie an Hand instruktiver Abbildungen, die alles wesentliche veranschaulichen, gut erfüllt. — Z.

Biologische Zentralanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem — Bibliographie der Pflanzenschutzliteratur 1940—1945, Bd. I und II (Bearb. v. Dr. J. Bärner). 1308 S., Berlin 1953. Bezugsquelle: Verlag Paul Parey, Berlin u. Hamburg. Preis brosch. DM 97,—.

Mit den beiden vorliegenden Bänden hat die Biol. Zentralanstalt die 1921 durch die BRA begonnen und bis 1939 fortgeführt, verdienstvolle Herausgabe der Bibliographie der Pflanzenschutzliteratur der Welt nach 10jähriger Pause fortgesetzt. Sie umfassen die Titel (ohne Inhaltsangabe) fast aller in den verschiedenen Kulturländern und Kolonialgebieten erschienenen einschlägigen Veröffentlichungen aus den Jahren 1940—45. Die kriegsbedingte Unterbrechung des wissenschaftlichen Schriftenaustausches während dieser Zeit hatte zur Folge, daß die meisten Forscher den Überblick über die ausländischen Veröffentlichungen ihres Arbeitsgebietes weitgehend verloren. Durch den Schriftennachweis gerade für diese kritische Periode werden die beiden Bände für sie zu einem unentbehrlichen bibliographischen Hilfsmittel. — Das dreisprachige Inhaltsverzeichnis (deutsch, englisch, französisch) gliedert den Stoff in 1) Allgemeines (wie Sammelwerke, Lehrbücher usw.), 2) Krankheiten und Ursachen (gesondert nach nicht-parasitären, nach pflanzlichen Krankheitserregern und nach tierischen Feinden) und 3) Krankheiten und Wirtspflanzen (gesondert nach den verschiedenen Gruppen landwirtschaftlicher und gärtnerischer Kulturpflanzen, einschließlich Zier- und Gewächshauspflanzen, nach Forstgehölzen und tropischen Nutzpflanzen). Ein letzter Abschnitt erfaßt die Schriften über Maßnahmen des Pflanzenschutzes (die auch jene über biologische Bekämpfung einschließen), über Organisation, Gesetzgebung usw. Die Gliederung des Ganzen ist so übersichtlich, daß das Auffinden bestimmter Literaturnachweise mühelos gelingt. — Es verdient dankbar angemerkt zu werden, daß mit den nunmehr seit 1921 erschienen Bänden der Bibliographie rund 300 000 Literaturnachweise der Berliner Zentralkartei über die Pflanzenschutzliteratur der Welt der einschlägigen Forschung zugänglich gemacht wurden. — Z.

Horion, Ad. — Verzeichnis der Käfer Mitteleuropas (Deutschland, Österreich, Tschechoslowakei) mit kurzen, faunistischen Angaben. 1. Abt., 266 S., A. Kernen Verlag, Stuttgart. Preis kart. DM 12,—.

Nicht nur der coleopterologisch interessierte Systematiker, sondern auch der Vertreter der angewandten Entomologie (und dieser besonders!) wird es dankbar begrüßen, daß der alte SCHIELSKY-Katalog über mitteleuropäische Käfer von 1909, der kaum noch verwendbar war, durch HORION's neues Käferverzeichnis abgelöst worden ist. Es bietet einen knappen Überblick über den heutigen Stand unserer Kenntnisse der coleopterologischen Verhältnisse Mitteleuropas in nomenklatorisch-systematischer und faunistischer Hinsicht und enthebt den Forscher der zeitraubenden Kleinarbeit bei einschlägigen Studien, die Unterlagen aus der verstreuten Fülle der Fachliteratur zusammenzusuchen. Das Verzeichnis erscheint in zwei Abteilungen. Die vorliegende erste umfaßt die Caraboidea, Palpicornia, Staphylinoidea, Malacodermata, Sternoxia, Fossipedes, Macrodactylia und Brachymera. Ökologische Daten sind nicht aufgenommen. An Synonymen wurden im wesentlichen nur die Änderungen gegenüber der REITTER'schen Fauna germanica berücksichtigt. — Z.

Fabre, J. H. — Aus der Wunderwelt der Instinkte (kommentierte Auswahl aus den „Souvenirs Entomologiques" von F. Kottje.) 376 S., Westkulturverlag A. Hain, Meisenheim/Glan, Preis Ganzl. DM 11,80.

Obschon in der Mehrzahl bereits vor der Jahrhundertwende entstanden, lohnt es sich auch heute noch für jeden Biologen (und Entomologen!) FABRE's Aufsätze zu lesen. Mehr noch: wer das Insekt als „lebendes" Wesen in seinem Verhalten kennenlernen und studieren will, darf an diesen klassischen Studien der Instinktforschung nicht vorübergehen. FABRE's Art, mit einfachen Mitteln zu experimentieren, die Natur immer wieder aufs neue mit scharfsinnig abgewandelten Versuchen zu befragen und aus ihren „Antworten" vorsichtig Schlüsse abzuleiten, ist schlechthin meisterhaft. Die ganze Problematik dessen, was wir „Instinkt" zu nennen pflegen, wird einem beim Studium dieser Aufsätze bewußt. Sie war es wohl auch, die D a r w i n, nachdem er einige der grundlegenden Arbeiten FABRE's kennenlernte, ernstlich zu schaffen machte. Er sah ein, daß mit seiner mechanischen Selektionslehre FABRE's Forschungsergebnisse sich nicht vereinen ließen. Auch FABRE selbst war sich dessen bewußt und lehnte folgerichtig die Selektionstheorie ab. — Aus dem umfangreichen Lebenswerk des französischen Insektenforschers, den „souvenirs entomologiques", sind die vorliegenden Arbeiten recht glücklich gewählt. Sie bewegen sich im wesentlichen um FABRE's Instinktforschungen, die ihn zeitlebens besonders beschäftigten. Einleitung und Schlußwort des Herausgebers sind beachtlich. Sie versuchen nicht nur FABRE's Forschungen in ihrer allgemeinen

theoretischen Bedeutung gerecht zu werden, sondern ihn auch als Mensch und Forscher dem Leser näher zu bringen. Die flüssige Übersetzung gibt die Frische und Ursprünglichkeit der Originalaufsätze gut wieder. — Z.

Lengerken, H. von — Das Tierreich, Bd. IV/3 Insekten (Sammlung Göschen Bd. 594) 128 S., 58 Abb., Verlag W. de Gruyter & Co., Berlin, Preis DM 2,40.

Eine alles wesentliche berücksichtigende und leicht verständlich gehaltene Einführung in die allgemeine Entomologie, die den derzeitigen Stand unserer Kenntnisse vorbildlich knapp zusammenfaßt! Das Schwergewicht der Darstellung liegt auf Morphologie, Entwicklungsgeschichte und auf dem Überblick über das System. Der ökologische Teil ist vergleichsweise kurz gehalten. Ein Verzeichnis des wichtigsten Fachschrifttums, das auch die deutschsprachigen Hauptwerke der angewandten Entomologie umfaßt, beschließt das Büchlein, das zu einer allgemeinen Orientierung über das Gebiet gut geeignet ist. — Z.

Madel, W. — Wirtschaftsfeinde mit sechs Beinen. 96 S. — Westkulturverlag A. Hain, Meisenheim a. Glan 1948 — Preis brosch. DM 2,60.

Madel's Schrift ist ein Musterbeispiel guter volkstümlicher Berichterstattung über Probleme der angewandten Entomologie, die sie in ihrer ganzen, Naturkunde und Wirtschaft zugleich berührenden, vielseitigen Fragestellung darstellt. Sie zeugt von Sachkenntnis und Vertrautheit mit dem Gegenstand und dem einschlägigen Schrifttum. An ausgewählten Beispielen bringt sie in zwangloser Folge Ausführungen über Agrarschädlinge (Kartoffelkäfer und San José-Schildlaus), über Vorrats-, und Hausschädlinge (Pharaoameise, Korn-, Speisebohnen-, Speck-, Teppich- und Pelzkäfer), sowie über Materialschädlinge (Hausbock). Die geschichtlichen Hinweise über das Neuauftreten von Groß-Schädlingen durch Verschleppung oder durch Umstellung auf veränderte Lebensverhältnisse sind besonders anregend. Dem Büchlein, das als Werbeschrift für den Gedanken der angewandten Entomologie auf weiteste Kreise abgestellt ist, hätte man zur Abrundung des Inhalts Abschnitte über den einen oder anderen repräsentativen Schädlingsvertreter aus dem Bereich der Forstentomologie, sowie der human- und veterinär-medizinischen Entomologie gewünscht. — Z.

Evans, J. W. — The Injurious Insects of the British Commonwealth (except the British Isles, India and Pakistan) with a section on the control of weeds by insects. 242 S. — Commonw. Inst. Ent., 41, Queen's Gate, S. W. 7, London. 1952. Preis geb. s 10,—.

Unter Zugrundelegung der Referate der Rev. of appl. Entomology (Ser. A und B) versucht der vorliegende Band von Evans eine nach großen Gesichtspunkten geordnete, gedrängte Zusammenfassung des Inhalts sämtlicher Arbeiten des Fachgebietes zu geben, die von den Entomologen des British Commonwealth in den Jahren 1914—1950 veröffentlicht wurden (mit Ausnahme Englands, Indiens und Pakistans). Sachlich ist der riesige Stoff sehr übersichtlich auf 5 Kapitel aufgeteilt: 1) Nach den Ländern (des Commonwealth) geordnetes Verzeichnis der Hauptschädlinge (einschließlich ihrer wichtigsten human- und veterinärmedizinisch-entomologischen Probleme, nebst Daten aus Länderkunde und Wirtschaft, sowie Hinweise auf wichtige monographische Literatur); 2) Nach Nährpflanzen geordnetes Verzeichnis der Schädlinge unter Angabe ihrer Schadgebiete; 3) Nach Schädlingen geordnetes Verzeichnis (umfassend die Schadformen aus Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwirtschaft, nebst Hinweisen auf Bionomie und wirtschaftliche Bedeutung und gegebenenfalls auf biologische Bekämpfungsmaßnahmen). Dieser Abschnitt macht den Hauptteil des Werkes aus und ist durch seine Literaturnachweise zugleich ein wertvolles bibliographisches Hilfsmittel. 4) Biologische Unkrautbekämpfung (durch Insekten). 5) Fragen von allgemeiner Bedeutung (wie Probleme der Quarantäne, der Umstellung einheimischer, von Haus aus indifferenter Insekten auf neue Nährpflanzen, der Virusübertragung durch Insekten, der biologischen Schädlingsbekämpfung und Fachprobleme, deren Inangriffnahme vordringlich ist). — Im ganzen gibt der Band eine ausgezeichnete Übersicht über die bedeutenden Leistungen des Commonwealth auf dem Gesamtgebiet der angewandten Entomologie, wobei die biologische Seite der Arbeiten besonders herausgearbeitet ist. Darüber hinaus bildet er eine glückliche Ergänzung der ersten 36 Jahrgänge des Review. Er gehört in jede angewandt-entomologische Fachbücherei. — Z.

Autorenregister

A

Adams, C. C., 374
Adlerz 440, 457
Aksjonwa, E., 79
Alverdes 484, 485, 490
André 245, 489, 490
André u. Lamy 459, 483, 490
Anfosso 484, 485, 490
Annandale 483, 491
Archangelsky 80
Aristow, M. T., 79
Arndt 130
Arndt u. Viets 469, 472, 478, 491
Aurivillius 163

B

Bach 424
Baer, von, 245, 460, 461, 462, 463, 491
Bärner, J., 372
Baggiolini 92
Baker 459, 480
Barbey 457
Barnes, H., 274, 275, 281, 285, 292, 293, 295, 297, 304, 305
Barovsky 457
Barrois u. Moniez 474, 491
Bates, H. W., 160—162, 372
Batista 137, 139, 142
Becker, G., 158, 163, 165, 167, 339, 361—372
Becker-Dillingen 196
Beeson 163
Bej-Bijenko 79
Beneden, van, 462, 491
Benik, L., 156
Benson 182, 483
Bergstraesser 444, 457
Besemer, K., 169, 170, 172, 180, 182
Bessels 466, 491
Bischof 245
Blackwelder 164, 166, 340, 359, 360, 361, 364, 372
Blandford 362, 363, 372
Blumenthal, C. W., 147, 156
Blunk 245
Boas, 444, 457
Bodenheimer, X., 36, 53
Börner, K., 189, 196
Böhm, H., 92, 122
Bogdanow u. Katjkow 79
Boldyrew, W. F., 79, 80
Bollow 29, 306, 318
Bongini 457
Bonz 459, 462, 463, 471
Borchert 443, 457
Borkhsemins 91
Boschmann, P., 338
Bondarowitsch, M., 79
Bovien, G., 280, 281, 293, 295, 297, 299, 304, 305, 306, 318
BRA 157
Brammanis 441, 449, 450, 452, 457
Branasik 457
Bremer 439, 457
Brenner 273
Brenske 384, 424
Breny 438, 444
Brischke, M., 245
Britton 91
Broadbent 193—194, 196
Brucker 489, 491
Brucker u. Trouessart 489, 491
Buchner, M., 38, 53
Bugnion 457
Buhl 283, 288
Burmeister 444
Burmester 383, 424
Burrow 489
Butovitsch 436, 457

C

Caeranza, F., 159
Calwer 385
Ceballos Y Zaro 167, 172
Cecconi 450, 457
Chamberlein, W. H., 372
Champion, K., 340, 359, 362, 364, 366, 372
Chandler 483, 491
Charvet 462, 491
Chauvin 431, 446, 457
Chilton 489, 490, 491
Chlerbnikow, M., 79
Claparède 463, 464, 465, 466, 478, 491
Clements 377
Clement 457
Cook 439, 457
Craighead 164, 167
Cramer, F., 245, 432
Cramer, H., 425, 439, 457

D

Daan, A., 338
Da Cunha 443
Dana u. Whelpley 461, 471, 491
Dalla-Torre 384
Danysz 144, 145
Davies, G., 295, 297, 301, 318
Deegener 477, 491
De Geer 36
Degtjärjew 81
De Mol 319—338
Deschiens 140, 145
De Vos u. de Wilde 62
Dietz, K., 372
Djechtjarjow 79
Doane, M., 164, 167
Doncaster, J., 187, 189, 190, 191, 193, 194, 196
Donovan 442, 457
McDougall 457
Drouet 462
Dry, F. W., 292, 299, 318
Duffy 360
Dufour, F., 143, 145
Durnowo, N., 80 f.

E

Eckstein, K., 245
Ehrmann, K., 53
Eichler, W. D., 270
Eidmann 38, 53, 158, 162, 163, 181, 182, 207, 439, 457
Emeis 299
Endrigkeit, A., 82—90
Eke 424
Engel, F., 182
Enslin 245
Erichson 444
Ermisch, K., 147, 157
Escherich, K., 38, 53, 62, 133, 166, 167, 169, 172, 174, 182, 245, 358, 372, 384, 424, 437, 450, 457
Espanol 442
Ettel 503
Evertz 443, 457

F
Faust 470, 471, 491
Feddersen, J., 143, 145
Filippi 484, 491
Finke, H., 157
Firbas, M., 102
Fischer, K. K., 288
Fitting 102
Frank, A., 145
Franz, M., 136, 145
Friederichs, S., 1, 19, 33, 39, 46, 48, 50, 52, 53, 133, 136, 144, 145, 146, 147, 156, 157, 168, 170, 182, 196, 376—378, 424
Füge, A., 157
Fuesslin 444, 457
Fulmek 92, 122, 447

G
Gäbler, L., 55, 62, 503
Galachow, F., 80
Garner 484, 491
Gebler, von, 441, 457
Geier 92, 270
Geransimow, B., 79
Gerhardt 444, 457
Gersdorf, E., 146, 147, 152, 157
Gertler 503
Gillanders 457
Gillette 196
Girod 491
Gleisberg, H. J., 304, 307, 318
Glenn, R. A., 91, 96, 122
Gösswald 172, 182, 206
Goltz 83, 89
Greis 424
Groham, H. S., 372
Grosbard 144, 145
Gross, J., 157
Guerin 383
Guttenberg, V., 53

H
Haldeman 459, 461, 462, 471, 478, 491
Haller 474, 491
Handschin 36, 37, 53
Hannibal 483
Harrington, Fletscher u. Tyrrel 466, 491
Hartig, K., 245
Hartu 102
Hegi 440, 457
Heidermanns 424
Heims, L., 53
Heinig 58
Heinze, K. J., 196
Hennig 503
Hequist 363, 372
Hering, J., 270
Herold, W., 374
Hessling, von, 484, 491
Hessmer 457
Heyrovsky 442, 444
Hille, D., 187
Hodson, W. E. H., 338
Hoffmann 457
Hoffmeister, W., 152 f, 157, 174
Holthus u. Brossen 444
Holz 318
Hoppe 444, 457
Horion, J., 157
Hornig, H., 271—318
Hoyle 503
Hsin, C. S., 182—245
Humes u. Jamnback 479, 480, 491

I
Ihering, von, 467, 492
Imamura 475, 492

J
Jacobs 444, 457
Jahn, A., 53 f.
Jajzewskaja 79
Jameson 485, 492
Jancke, G. D., 122
Jancke, O., 270
Janecek, M., 92, 122
Jegen 141, 145
Jensen 444, 457
Jepson 503
Jewstropopow, W., 81
Joblot 459, 492
Johnston 462, 492
Joy 443, 458
Junk u. Schenkling 424, 458

K
Kabos, G., 338
Kangas 441, 458
Kanthardschijova u. Minkowa 442, 458
Keen, K., 363, 372
Kemner 458
Kenaga 503
Kiefer u. Moosbrugger 444, 458
Kirchbaumer 444, 458
Kirchner 183—186, 440, 442, 458
Knudsen, J., 278—280, 281 299, 304
Koenike 462, 463, 465, 466, 467, 471, 473, 474, 476, 479, 485, 492
Koningsberger 474, 492
Konow 245
Korschefski 424
Korschelt 485, 492
Kotte 307, 318, 424
Kotthoff 306, 307, 318
Kraatz 441, 458
Krabbendam, F., 324
Krendowsky 474, 492
Kubiena 376
Küchenmeister 484, 485, 492
Küster 458
Kuntze 182
Kurby 340

L
Laicharting 444, 458
Langenkamp 245
Langer, M., 147, 157
Lebert 474, 492
Leefmann 275, 295, 304, 307, 318
Lehmann, F., 279, 318
Leidy 466, 471, 492
Lengerken, v., 424
Light 342, 372
Lindeman, Z., 80
Lindner 62
Lindroth, G., 157
Lissizima 81
Lordford, D., 140, 141, 145
Lundblad 467, 475, 492

M
Maercks 424
Makolski, M., 152, 157
Mamonow 80, 81
Malenotti 92
Mamaev, 441, 458
Mandl 441, 458
Marlatt, C. L., 91, 96, 101, 122
Marosau, S. F., 80
Marshall 469, 470, 471, 472, 479, 483, 492
Mathlein 143
Mathys, M., 92
Mechnowitsch 79
Meisenheimer 484, 492
Melis, A., 122
Mellis, S., 288
Mendizabal 443
Mesnil, L. C. R., 301, 304, 307, 318
Meyer, E., 277, 281, 283, 285, 294, 297, 307, 318
Möbius 484, 492
Moericke 187
Morstatt 146, 157
Müller, H., 187—196
Müller 460, 466, 469, 492
Münch, E., 182
Münchberg, G., 123—130
Mulsant 442, 458

N
Nebel, N., 139, 145
Nechleba 447, 458
Nepveu, F., 91, 92, 96, 101, 122
Neuman 474, 492
Nietzke, G., 249—270
Noll, J. 275, 278, 279, 280, 281, 285, 287, 288, 293, 296, 297, 299, 304, 305, 306, 307, 310, 318
Nordenskiöld 474, 492
Notim 143, 145

O
Obernberger 164, 166
Ohaus 383, 408, 424
Olombel 281, 304, 307, 318
Ostrapez 80
Oshima, M., 372
Oudemans, J., 338, 459, 463, 492
Overgaard, N., 140, 145
Oudemans 459, 463, 492
Ozolin 475, 493

P
Pagenstecher 484, 493
Panzer 444
Pape 424
Paramonow 63—79
Patch, P., 196
Pelsencer 459, 493
Perris, P., 62
Pery, J., 372
Petrov, J., 80
Perty 458, 461, 493
Pfeiffer 460, 462, 463, 478, 493
Picard 458
Piccarolo 458
Piersig 461, 466, 469, 474, 484, 493
Pittioni 444, 458
Pjatakowa 79, 458
Plate 459, 465, 493, 502
Plotinikow 81
Podkopajew, F., 79
Poeteren, G., 338
Popova 91
Popov, R., 79
Porta 442, 458
Prell, S., 62, 246

Q
Questel 503

R
Rachmaninow 81
Rademacher, D., 139, 145
Radsijewskaja 81
Rainbow 474, 490, 493
Rapp 444, 458
Rathke 459, 460, 462, 463, 493
Ravetta 475, 493
Réaumur 459
Regnier 442, 449, 458
Reineck 436, 444, 447, 458
Reiter 53, 384, 395, 424
Remaudiere, F., 187, 193, 194, 196
Riecke 444, 458
Riemschneider 500, 503
Ripper 458
Ritchie 425, 426, 431, 434, 438, 443, 444, 446, 458
Ritsema, B. J., 338
Ritus-Potapowa 80
Ritus 80
Rivière 424
Rjabow 81
Rodinow 81
Röhrig, E., 207, 245, 458
Roesler, S., 197—200, 273, 304
Rössler 484, 493
Rostrup 281, 297, 318
Roubal 458
Rubbel 484, 493
Rumsey, W. E., 91, 96, 122
Russanowa 80
Russel 481, 491

S
Sahrhage 495
Salensky 465, 493
Sapper, C., 372
Say 461, 493
Schaerffenberg, B., 136, 137, 142, 374,
Schäfer, R., 381—424
Schaub, von, 483
Schaufuss 458
Schedl 1, 168, 170, 172, 182
Schenkel 53
Schimitschek, E., 1—53, 54, 182, 358, 372
Schindler, K., 140
Schiner 62
Schlottke 432, 458
Schlüter, F., 158, 162
Schmiedelein 444
Schmidt, M., 90
Schmidt, H., 83, 89, 90
Schmucker 439, 458
Schoenichen 424
Schreier, K., 196
Schubart 476
Schuch 424
Schumacher, K., 102, 318
Schwangart, F., 374
Schwenke, W., 374, 375, 376, 377, 378
Schwerdtfeger, F., 165—167, 168, 170, 175, 176, 182, 245, 364, 365, 366, 367, 369, 372, 413, 439, 444, 448, 458
Smith 139, 142, 145
Seitner 52, 54, 633
Sekera 138, 145
Sellnik 34
Serebrjakow 79
Seydlitz 442, 458
Shull 196
Sidelnik 79
Siebke 440, 458
Sijasow, M., 31
Silantjew, K., 79
Snyder 340, 342, 372
Soar 474, 483, 493
Sokolow 475, 493
Sokolowski, S., 152, 157
Solomon, A., 178, 182
Sorauer, P., 338, 384, 385, 424
Spithost, H., 301, 318
Sprengel, L., 270
Ssacharow, Sch., 80, 81
Sselitschenskaja 435, 441, 458
Stadler 485, 493
Stammer, S., 54
Stark 458
Steiner, B., 135—145
Stellwaag, O., 270
Stephens 458
Sterzewa-Kleine 79
Stolze, K. V., 83, 90 f.
Strand 440, 458
Stroyan 187, 194, 196
Strukowa, D., 79
Stschogolew 79, 80
Subklew 424
Swaine, W., 372
Swingle 424
Szalay 475, 477, 482, 493

T
Taylor, T., 294, 297, 306, 318
Tendl 137, 142
Thalenhorst, G., 154, 157, 168, 169, 170, 172, 173, 182
Theobald 281
Thielmann 245
Thiel 485, 493
Thiem, H., 91, 94, 95—122
Thomas, T., 281, 287, 318
Thomsen, J., 288, 297
Thon 474, 483, 493
Tippmann 442
Tischler, N., 275, 318, 374, 375

Titow, K., 81
Trägardh 62
Trouessart 489, 490, 493

U

Uchida 475, 493

V

Vasseur 91, 92, 96, 101
Vayssiere, V., 92, 96, 121
Verhoff, H., 54
Veron u. Wollaston 458
Viets 459
Vitzthum 467, 477, 478, 479, 485, 490, 494
Viviani 450, 454, 458
Vogt 462, 494
Vorontzow 441
Voss, E., 364, 366, 373
Voûte, A. D., 182

W

Wagner, A. C., 154, 157
Wahlin 304, 307, 318
Walcott, C. N., 314, 372
Walkenaer 442, 458
Walten, C. L., 295, 297, 310, 318
Walter 474, 485, 494
Waterman 482, 494
Weichet 503
Weidner, H., 372
Wellenstein 444
Welsh 462, 478, 481, 482, 494
Werth, H., 154, 157
Wesenberg-Lund 476, 494
Westwood 458
White, T. B., 144
Wichmann, H., 211
Wiedemann, W., 40
Wiehl 245
Willmann, Q., 40
Wirkström 444
Wörndle 444, 458
Wolcott 461, 468, 469, 470, 472, 473, 477, 483, 484, 494
Wolff, W., 318
Wyrskikowsakja 81

Y

Yap 140
Yano, G., 245

Z

Zaddach, H., 245
Zedeler, K., 81
Zetterstedt 458
Zielke 94
Zolk 441, 458
Zopf, K., 140
Zweigelt, F., 92, 122
Zwölfer 424, 458, 505—507

Sachregister

A

Abax ovalis 27
— *ater* 23, 29
Abies pectinata 223
Acanthocini 162
Acacia dealbata 110, 120
— *hindsi* 353, 361
— sp. 110, 120
Acanthochiton porosus 489
Acanthocinus obliquus (Var. chihuahuae) 360, 361, 369
Acantholyda 209, 243
— *erytrocephala* 207, 216, 235, 236, 238, 242
Acanthoscelides obtectus 502
Acari 8 f., 16
Acaridiae 17
Acarina 4, 6, 14, 20, 21, 25, 27, 28 f., 34, 42, 74, 128
Acarus ypsilophora 459
Acer 121
— *campestre* 409
— *japonica* 113
— *palmatum* 113
— *platanoides* 113
— *saccarinum* 115
— sp 113
Aesculus 121
— *hippocastanum* 113, 121
— *parviflora* 113, 121
— sp. 113, 121
Aceraceae 93, 113
Achorutes coronifer 12, 18, 23, 24
— *muscorum* 36
Achorutinae 12, 18, 23, 24
Acrolepia assectalla 250
Actinidia arguta 101, 120
— *polygama* 112
Actinidiaceae 120
Aegeria apiformis L. 427
Agapanthia dahli 65
Agaricus melleus 36, 47, 50
Agrilus schwerdtfegeri 166, 167, 353, 369,
— *sinuatus* 197
Agriotes linestus 127
— *segetum* 144
— *tritici* 144
Agromyza sp. 124
— *atra* Meig. 124
— *carbonatia* Zett. 124
— *lateralis* Meig. 124
— *scutellata* Fall. 124
— *trifoli* Kalt. 124
— *vicia* Kalt. 124
Agromyzinae 251
Ailanthus 98, 99, 121
— *altissima* 112
— *glandulosa* 112
Aizoaceae 98, 116, 119
Akebia 101, 120
— *quinata* 107
— sp. 107
Alasmidonta calceola 471
Alasmodon rugosus 461
Alasmodonta complanata Bar. 473
— *confragosa* Say 473
— *marginata* Say 473
— *rugosa* Bar. 473
— *undulata* 461
Albizzia 120
— *julibrissin* 110
Aleuritis 102, 121
— *fordii* 92, 116
Allium 187, 190, 192
— *ascalonium* 189, 193
— *cepa* 189, 190, 191
— *schoenoprasum* 187
— *scorodoprasum* 189
Alnus 102, 119
— *glutinosa* 114
— *incana* 114
— *nepalensis* 114
— sp. 114
Althaea 102, 119
— sp. 112
Amelanchier sp. 109
— *canadensis* 109
Amitermes beaumonti 347, 368
Amitermitinae 347
Amorpha 120
— *fruticosa* 111
Ampelopsis 113
— *quinquefolia* 113
— *tricuspidata* 113
Amphimallus 384, 385
— *assimilis* 384
— *circasscius* 384
— *dalmatinus* 384
— *solstitialis* 384, 385, 388, 410
Amphitetranychus crataegi Hirst 200
— *viennensis* 200
Ampullaria canaliculata 467, 483
Anisoplia segetum 154
Anobiidae 339, 354, 369
Anodonta anatina L. 460, 461, 462, 474
— *beringiana* 475
— *cataracta* 461, 468, 479, 480, 481
— *cellensis* 474

Anodonta corpulenta 471, 473
— *cygnea* L. 459, 460, 462, 466, 474, 475, 484, 485
— *decora* 471
— *edentula* 470, 471
— *fluviatilis* 466, 471
— *footiana* 469, 470, 471, 472
— *fragilis* 466, 467, 469, 470, 471, 472, 479
— *gigantea* 467
— *grandis* 471, 473
— *grandis footiana* Lea. 470, 471
— *imbecilis* 471, 473
— *luteola* 467
— *ovata* 469, 471
— *plana* 469, 470, 471, 472
— *ponderosa* 462
— *subcylindracea* 470, 471
— *subgibbosa* 471
— *suborbiculata* 471, 473
— *ventricosa* 460
Anodontoides ferussacianus subcylindraceus 471
Anonaceae 98, 107, 120
Anthericum ramosum 189
Anthicus floralis 127, 128
Antirrhinum 99, 120
— sp. 117
Aphis avenae 191
— *dianthi* 191
— *fabae* 190
Aphthona euphorbiae Schrnk. 70
Apocynaceae 98, 117, 119
Aquifoliaceae 113, 119
Aquilegia sp. 189
Arachis hypogaea L. 69
Arachnoidea 34, 42
Aralia 98, 122
— *spinosa 114*
Araliaceae 98, 114, 122
Araneina 34
Arbutus 119
— *imedo* 116
— sp. 116
Aristolochiaceae 98, 107, 120
Aristolochia 98, 120
— *durior* 107
— *macrophylla* 107
Arthrobotrys musiformis 140, 141
— *oligosporo* 140, 141
Asclepias 119
— *cornuti* 117
Ascogaster 126
Ashmeadopria 126
Asimina 98, 120
— *triloba* 107
Asparagus sprengeri 187
Aspergillus terricola 26
Aspidiotus 105
— *ostreiformis* 100
Aspidiotus perniciosus 105
Astyochus tenebrosus 358, 359, 360, 369, 372
Astyochus auriv. 323, 359
Atacella clathrata Ldbl. 467
— *fissipes* 467
Atacellides schubarti Viets 475, 476
Atanycolus (Coelobracon) neesi Marsh. 447
Atax adensameri 474
— *crassipes* 469
— *cumberlandensis* 474
— *fissipes* 467
— *fossulatus* 467
— *iheringi* 467
— *ingens* 467, 468
— *perforatus* 467
— *proximus* 467
— *rugosus* 467
— *spinifer* 485
Athalia colibri 75
Atheta fricipes 27, 28, 31
Athous sp. 27, 28, 29, 30
— *austriacus* 27, 28, 29, 30
Atomaria lineata 152, 154
Atriplex sp. 116, 119
Aubrietia sp. 189
Auconmea klaineana 158
Aucuba 122
— *japonica* 114
— sp. 114
Aulacaspis rosae 99
Araucaria spec. 354
Aurantieae 112
Azalea 119
— sp. 116
Azteca 349

B

Baccharis 121
— *halimifolia* 118
Bacillus cellulosum fermentans 40
Bambusa 119
— sp. 106
Baptolinus pilicornis 27, 28
— *affinis* Payk. 28, 31
— *longiceps* 31
Batocera 162
— *wyliei* 158
Bazillus 144
— *lentimorbis* 144
— *popiliae* 144
Beauveria densa 143
Belba compta Kulcz. 10
— *geniculosa* 17
— *gracilipes* Kulcz. 17
— *minutissima* Sell. 3
— sp. 3
— *tatrica* 17
Bembidium aspericolle 147
Berberis sp. 107, 120
Betula 102, 119
— *alba* 114
— *pendula* 114
— sp. 114
Betulaceae 92, 93, 114, 119

Bibio hortulanus 124, 127
— *marci* L. 125
— *variepes* Meig. 124, 127
Bignonia sp. 118, 120
Bignoniaceae 103
Biscirus silvaticus 3, 8, 16
Biston lapponarius 208
Boletophagus reticulatus 49
Bostrychidae 339, 353
Brachycera 251
Brachyschendyla montana Att. 31, 32
Braconidae 126
Brassica 194
— *oleracea* 189
Brevicoryne brassicae 293, 299
Bryobia praetiosa Koch 200
Bryocharis cingulata Mannh. 29
Bucentes geniculata Deg. 124
Buprestidae 164, 339, 353, 369
Buxaceae 93, 116, 121
Buxus 121
— *microphylla* 116
— *sempervirens* 116
— sp. 116

C

Caeculis echinipes 140
Caenocara 354
Caesalpiniaceae 110, 119
Calandra granaria 501, 502
Calcaritermes guatemalea 343, 368
Calceolaria 187
Calicarpa 121
— *japonica* 117
Callidium violaceum C. 160
Calliphora erythrocephala 502
— *pusilla* 124, 127
Callipogon barbatum 356, 357, 369, 371
Callipogones 356
Callistemon 120
Calosoma 243
— *maderae auropunctatum* Hbsb 152
— *reticulatum* F. 152
— *sycophanta* L. 152, 154
Calotermes flavicollis Fabr. 342
— *immigrans* Snyder 368
— *marginipennis* 343, 358
— *nigritus* 343, 368
Calotermitidae 339, 340, 368, 371
Calycanthus 120
— *fertilis* 106
— *flordus* 106
— *precox* 106
— sp. 106
Calycanthaceae 93, 106, 120
Calycotome sp. 111, 120
Calyciforus 366
— *inaequalis* 364, 367, 369, 372
Calymmaderus 354
— *pupatus* 354, 355, 369
— spec. 355
— *throscodes* 354, 369
Calyptus 126
Camellia 112
— *japonica* 112
Camisiidae 10, 17
Campanula sp. 189
Campeloma decisum 483
Cantharis fusca L. 127
— *livida* L. 127
Canthium erraticum 128
Caprifoliaceae 92, 93, 101, 118, 121
Capsella bursa pastoris 190
Capua reticulana Hb. 197
Carabodes coriaceus Koch 2, 10, 18, 23
— *minusculus* Berl. 3, 10, 18, 23
Carabus monilis F. 154
— *auronitens* Fabr. 13, 30
— *violaceus* L. 30, 31
Caragana 120
— *pygmaea* 111
Carausius morosus Br. 183, 186
Carphonotus ochreipilis 364
Carpinus 119
— *betulus* 114
— sp. 114
Carya (= Hicoria) 119
— *pecan* 115
— *(Hicoria)* sp. 115
Caryopteris incana 117, 121
Castalina nehringi 467, 474
Castanea 119
— *americana* 114
— *sativa* 114
— sp. 114
— *vesca* = *vulg.* 114
Catorama 354
Catalpa 120
— *bignonioides* 118
— sp. 120
Ceanothus 102, 120
— *americana* 113
— *delianos* 113
— sp. 113
Cecidomyidae 59
Cedrus sp. 106, 118
Celastraceae 93, 103, 119
Celastrales 104, 119
Celastrus 119
— *scandens* 113
Celtis 102, 104, 122
— *occidentalis* 115
— sp. 115
Centranthus ruber 189
Centrosperinae 104, 119
Cephaleia 241
— *abietis* L. 209, 211, 213, 235, 236, 242
— *alpina* Klug, 207, 209, 211, 212, 213, 245
— *arvensis* Ps. 209, 242
— *erythrogastra* Htg. 209
Cephaleia klugii 209
— *reticulata* 209
Cephalanthus 121
— *occidentalis* 118

Cerambycidae 43, 65, 158, 339, 355, 361, 369
Cerambyx araneiformis L. 129
Cerastium sp. 189, 193
Ceratophion 126
Cercidiphyllum 102, 120,
— *japonicum* 107
Cercis 119
— *canadensis* 110
— *siliquastrum* 110
Ceruchus chrysomelinus Hochw. 30, 31, 32
Ceutorrhynchus suturalis 251, 260
— *macula alba* Harbst 197
— *napi* Gyll. 197
Chanomeles (= *Cydonia japonica*) 109
Chalastogastra 209
Chalcididae 126
Chalcophora brasiliensis Obenb. 164, 353, 369
— *cupreomaculata* 164
— *hondurasica* Osy. 164
— *virginiensis* 164, 353, 369
Chamaecyparis 106, 118
Chamobates cuspidatus Mich 10, 18, 23
Chenopodiaceae 116, 119
Chenopodium album 190
Cheylediden 140
Chilopoda 14, 21, 35, 42
Chionanthus 101, 119
— *virginica* 117
Chionaspis salicis 94, 98, 101
Chloridea dissacea L. 72
Chlorosplenicum 50
— *aeruginosum* 47
Chlorphytum comosum 189
Choisya 121
Chorthippus sp. 128
Chorthophila sp. 124
— *arge* 124
Chrysantemum 92, 121
— *indicum* 187, 189, 190
— *leucanthemum* 408
— sp. 118
Chrysobothris 165
— *basalis* 353, 369
— *beckeri* 353, 369
— *densa* 165
— spec. 165
Chrysomelidae 70, 77
Cicindela campestris 241
Cilliba casaide Herm 22
Cinarini 46
Cinaropsis piceae Panz. 206
Cinetus 126
Cimamomum 120
— *camphora* 107
Cisidae 43
Cis dentatus Mell. 30, 31
Cistaceae 112, 120
Cistiflorae 120
Cistus 120
Cistydium sernuum 26
Citrus 101, 121
Citrus sp. 101, 121
— *aurantium* 92
— *bergamia* 112
— *deliciosa* 92, 121
— *limonum* 92
— *pompelmos* 121
— *sinenis (subp. v. verrusca)* 101, 121
— *trifoliata (= triptera)* 101, 121
Cladrastis 120
— sp. 110
— *tinctoria* 110
Cladosporium humificaciens 26
Clematis 102, 120
— sp. 107
— *vitalba* 107
Cleonus punctiventris 144
Clerodendron 121
— *trichotomum* 117
Clerus formicarius L. 27, 28, 52
Clethra 98, 119
— *alnifolia* 116
Clethraceae 98, 116, 119
Clubiona frutetorum 128
Clubionidae 128
Clytini 361
Cochlearia armeracia 285
Coeloedes bostrychorum Gir. 203
Coenosia mollis Febr. 124
Coleoptera 14, 20, 21, 25, 37, 43, 127, 132, 339, 352
Columniferae 104, 119
Compsis grandiflora 118
Contarinia 300
— *geisenheyneri* 272
— *nasturtii* Kieffer 271—273, 279, 281—283, 285, 287—289, 290, 292
— sp. 114
— *torquens de Meijere* 272, 293, 295—299, 301, 305, 316, 317
— *tritici* Kirby 144, 272
Convallaria majalis 189
Convolvulaceae 117, 121
Convolvulus 102, 103, 121
— *arvensis* 117
Corylopsis 120
— *spicata* 108
Corylus 119
— *avellana* 114
— *colurnoides* 114
— sp. 114
Coptotermes 344, 345, 351
— *crassus* 346, 347, 368, 371
— *niger* 346, 347, 368, 371
Coronilla sp. 111, 120
Cornus 102, 103, 122
— *alba* 114
— *alternifolia* 114
— *ammonum* 114
— *baileyi* 114
Cornus candidissima 114
— *capitata* 114
— *circinata* 114
— *florida* 114

Cornus sanguiserba 91
Cosmolaclaps sp. 22
Cossonus flavovittatus 364
— *puncticollis* 366
— *sargis* 359, 364, 366, 369, 372
— *xylophilus* 364, 366, 368, 372, 389
Cossus cossus 144
Cotoneaster 91, 121
— *frachetis* 109
— *horizontalis* 109
— *salicifolia* 109
— sp. 109
— *vulgaris* 109
Crassula arborescens 190
Crataegus 91, 93, 95, 121
— *azzarolus* 109
— *cordata* 109
— *crus-galli* 109
— *monogyna* 409
— *oxyacantha* 95, sp. 109
Crepis biennis 189
Cristaria plicata Leach. 475
Criotopus trifasciatus Panz. 125
Cryphalinae 362
Cryphalus piceae 50
Cryptochironomus arcuatus Gtgh. 125
Cryptops pavisis Br. 27, 28, 30
— *hortensis* Br. 32
Cryptotermes brevis Wolker 340, 341, 342, 368, 371
— *cavifrons* 343, 368
Cupressaceae 103, 104, 118
Curculionidae 67, 339, 363, 369
Cycadaceae 103, 104, 106
Cycas 103
— *revoluta* 106
Cychrus attenuatus F. (Col. Car.) 30, 31
Cyclonais tuberculata 482
Cycloraphora 319
Cydonia japonica 91
— spec. 109
— *vulg. (= oblongata)* 109
Cylindrojulus Meinerti 30, 31, 32
Cyllene erythropa 361, 369
Cymbararia 189, 193
Cynipideae 126
Cytisus praecox 111
— sp. 111

D

Dadobia immersa Erichs. 447
Dacnusa 126
Dactylaria candida 140
— *thaumasia* 140
Dactylella 140, 141
— *ellipsospora* 141
Dahlbominus 179
Dahlia 121, 194
— *var.* 118
Daphne 98, 120
— *mezerum* 111
— sp. 111
Daucus 103, 122
— *carotta* 114
Decaisnea 120
— *fargisi* 107
Demeijerea rufipes L. 125
Dendroctonus 339, 360, 362
— *adjunctus* 357, 358, 364, 367
Desmodium 120, 121
— sp. 111
Deuthia 98, 120
— *gracilis* 107
— *scabra* 107
— sp. 107
Diapriidae 126
Diaspis betulae 98
Diervilla 101, 121
— sp. 118
Difflugia 33
Dilleniaceae 92, 93, 112
Diospyros 119
— *kaki* 92, 116
— *lotus* 92, 116
— sp. 116
— *virginiana* 92, 116
Diplodon delodontus expansus 476
Diprion pini L. 168, 169—183
— *frutetorum* 207
— *simile* Htg. 169, 172—176
Diptera 14, 20, 21, 24, 41, 43, 124, 132, 319
Dirca 120
— *pallustris* 111
Dizygomyca cepae Her. 250, 251, 254, 264, 266, 269
Dolichopus ungulatus 56
Doralis frangulae 73
Doraetionini 360
Drosophila melanogaster 502
Dryocoetes autographus Rtzb. 27, 28, 40, 49
Dryophthorus quadricollis 364
Dyospyrales 119

E

Elaeagnus 103, 120
— *longipes* 111
— *multiflora* 111
— *punges* 111
— sp. 111
Elateridae 43, 137
Eleanceae 43, 136
Elgeworthia chrysantha 111
Embioptera 133
Empis chioptera Meig. 124
— sp. 124
Ena montana Deg. 29, 34
Enchytraeidae 33, 42, 138, 140, 141
Endomyces 38
Entomobryidae 12, 24
Entomobrya sp. 24
Entomophtera grylli 448
Entomoscelis adonidis Pall. 77
Ephialtes abbreviatus Thn. 447

Epierus mollis Kramm. 8, 16
Epitetranychus althaeae Hanst. 74
Ergates 356
— *faber* 356, 357
Erica sp. 116
Erigone longipalpis 128
Eriobotrya japonica 109
Eremaeus hepaticus Koch 10
Erimaeida 8, 10, 23
Etiella zinckenella 121
Euchroma gigantea L. 353, 369
Eucolia 126
Eugamasus lumulatus Müller 16, 22
— *ramberti* Cuduis 16
— sp. 3
Eulecanium corni 93, 94, 95
Eulohmannia ribagai 3, 17
Eulota frutiscum Müll. 29
Eumeris strigatus F. 323
Eupodiden 140
Eurytoma 126
— *crassineura* 354
— spec. 204, 354
Evonymus 119
— *europeus* 113, 409
— *japonica* 113
— sp. 113
Exallonyx 126
Exenterus abruptorius Thumb. 180
— *cingulatorius* Homgr. 180
Exochorda grandiflora 108
— *racemosa* 108
— sp. 108

F

Fagaceae 92, 114, 119
Fagus 102, 119
— *silvatica* 102, 114, 119
— *silvatica var. purpurea* 102, 114, 119
— sp. 102, 114, 119
Fannia sp. 124
Ficus 122
— carcica 115
Filipendula 102, 121
— *ulmatia* 108
— *Flagellata* 42
Folsomia 36
— *diophthamlma* 5, 12, 18, 24
— *quadrioculata* Fullbg. 5, 12, 18, 2
Fomes fomentarium 49
Fonscolombea fraxium 95
Forciponnyia 61
Formica 241
— *cinerea* 203, 204
— *gagates* 127
— *rufa* 214
— *rufa rufopratensis minor* 202, 203
Fragaria 92, 121, 190
— *grandiflora* 92, 121, 190
— sp. 108, 189
Friesea mirabilis Tullbg. 12, 18
Fuscozetes setosus Koch 10, 18, 23

G

Gabrius (Philonthus) splendidulus 27
Galium verum 408
Ganoderma 47
— *aplanta* 49
Gastropoda 34, 42
Gaylussacia sp. 116, 119
Genista 120
— sp. 111
— *tinctoria* 111
Ginkgo 98, 106, 119
Gilpinia frutetorum F. 169, 171—180
— *hercaniae* 174
— *laricis* Jur. 173
— *variegata* Htg. 173
— *virens* 173
Glichrochilus 4
— *pustulatus* 29
Gleditschia 119
— sp. 110
— *triacanthos* 110
Glycine hispida Möchn. 68
Glyciphagus sp. 3, 17
Gnathotrichus 362
— *bituberculatus* 363
— *consentoneus* 362
— *sulcatus* 273, 362, 369
Gonidiscus rotundatus Müll. 27, 28, 32
Gossypium herbaceum 73
Gymmocladus 119
— *canadensis* 110

H

Halacarus chitonis Bruck. 489
Halesia 99, 119
— *tetraptera* 116
Halixodes truncipes 489
Halticoptera patellana Dall. 264, 269
Hamamelis 120
— sp. 108
— *virginiana* 108
Haploglomeris multistriata Koch 27, 28, 29, 30, 31—35
Harposporium anguillula 140
— *marioni* 141, 142
Hedera 98, 122
— *colchica* 114
— *helix* 114
Heilipus phrynodes 367, 369
Helianthus annuus 63
Helina lucorum Gabr. 124
Helychrysum sp. 118, 121
Hemaris tityus 129
Heminothrus targionii Berl. 23
Heptarthrum cordillerae 364
— *gibbipenne* 364
Hermannia gibba Koch 3, 17
— sp. 23
Heterohaasea sp. 28
Heterotermes 351
— *convexionotatus* 345, 368, 371
— *tenuis* 344, 345, 368, 371

Hibiscus 119
— *moscheutos* 112
— sp. 112
— *syriacus* 112
Hilaria (maura) Fabr. 124
Hippophae 120
— *rhammoedes* 111
Homaspis flavicornis Holgr. 242
— spec. 242
Homoeosoma nebulellum 121
Hoplocampa sp. 126
Hoploderma applicatum 3, 10, 18, 23
Humulus Lupulus 409
Hydrachna concharum 460
— *formosa* 461
— *pyriformis* 461
— *triangularis* 461
Hydrachnellae 459, 483
Hydrangea 100, 190
— *macrophylla* 107
— sp. 107
Hydrina sexmaculata Beck 124
Hydryphantes dispar 483
Hylecoetus dermestoides L. 28, 32, 38, 49, 50
Hylemyia platura 299
Hylocurus beckeri 355, 363, 369
— *cancellatus* 363
— *simplex* 363
— spec. 372
Hylotrupes bajulus 447
Hylurgops 50
— *glabratus* Zett. 49
— *palliatus* Gyll. 27
Hymenoptera 14, 20, 21, 24, 41, 124, 168
Hypochthoniidae 10, 17, 23

I

Ichneumonoidae 41, 126
Ichneumon angustatus 126
Ilex 119
— *aquifolium* 113
— sp. 119
Ino pruni 129
— *statices* 129
Inula sp. 11
Ipidae 43
Ips amitinus Eichh. 27, 43, 47, 55, 203
— *curvidens* 50
— *sexdendatus* 204
— *typographus* L. 27, 43, 47, 51, 52, 55—57, 201—205, 503
Iris pseudacorus 189
Ischnocerus caligatus Grv. 447
— *filicornis* Kchb. 447
Isognostoma holosericeum 31
Isoptera 339, 340
Isotoma minor Schäffer 5, 12, 18, 24
— *mucronata* Axerlson 5, 12, 18, 24
— *neglecta* Schäfer 5, 12, 18, 24
Isotoma olivacea Tullbg. 5, 12, 18, 24
— *violacea* Tullbf. 5, 12, 18, 24
Itea virginica 107

J

Jasminum 119
— *nudiflorum* 117, 119
— sp. 119, 120
Joelia connexa Berl. 18, 23
Juglans 102, 119
— *nigra* 115
— *regia* 115
— *sieboldiana* 115
— *sinerea* 115
— sp. 115

K

Kalmia 119
— *latifolia* 116
Kerria japonica Kerrie 108
Kiefferulus tendipediforme 125
Koelreuteria paniculata 113

L

Labidostomma luteum Kramer 16
Laburnum 120
— *anagyroides* 111
— sp. 111
— *vulg.* 111
Lachnus cembrae 203
Lactuca sativa 189
Lagestroemia 98, 120
— *indica* 111
Lagochirus 162
— *araneiformis* 162, 361
Lampsilis alatus Say 473
— *anodontoides* Lea 473
— *ellipsis* Lea 473
— *gracilis* Bar. 473
— *laevissimus* Lea 473
— *ligamentinus* Lam. 473
— *luteola* 465, 469, 473, 474
— *ochraceus* Say 473
— *ovata cariosa* Say 461
— *radiata* 479, 480, 482
— *rectus* Lam. 473
— *siliquoidea rosacea* 470
— *tenuissimus* Lea 473
— *ventricosus* Bar. 473
Lamptia equestris 319, 323, 337
Lasioderma serricornis 354
Lasius 128
— *flavus* 127
— *fuliginosus* L. 204
— *niger* 126, 204
Laurus 120
— *nobilis* 107
Lecythoconcha lecythis 483
Leperisimis fraxini 204
Lepidocyrtus lanuginosus Tullbg. 12, 24
Lepidoptera 13, 14, 20, 21, 41, 43
Lepidosaphes rubri 95
— *ulmi* 95, 96, 100
Lepisma saccharina L. 495, 497
Leptura fumida 31
— *pulchella* 28
— *rubra* 360

Lepyrus palustris 197
Lespedaza 102, 120
— *thunbergi* 111
Leuxamia sp. 124
Ligustrum 101, 102, 119
— *ovalifolium* 117
— sp. 117
Limmochironomus nervosus 125
Lindera benjoin 107
Linum usitasissimum 70
Liquidambar 108
— sp. 108
— *styraciflua* 108
Liriodendron 98
— *tulipifera* 106, 120
Lithobius erythrocephalus 32
— *forficatus* 27, 28
— *nigrifrons* 31
— *nodulipes* 29, 32
— *validus* Mein. 31, 32
Lonicera 101, 121
— *chrysantha* 118
— *japonica* 118
— *ledebouri* 118
— *nitida* 118
— *periclymenum* 118
— *pileata* 118
— sp. 118
— *tatarica* 118
Lycium 99, 120
— *halimifolium* 117
Lycoria sp. 124
Lyctus 368
— *brunneus* 354
— *caribeanus* 354
— *planicollis* 354, 369
— *tomentosus* 354, 368
Lyda alpina 208

M

Maclura 122
— *aurantiaca* 122
— *(toxylon pomiferum)* 115
Macrocheles 140
— sp. 16, 22
Magnolia 98
— *soulangeana* 106
— sp. 106
Mahonia 120
— *aquifolia* 107
— sp. 107
Majanthemum bifolium 189
Malaconothrus sp. 23
Malus 121
— *comm.* 109
— spec. 109
Margaritana deltoides 470, 471
— *margaritifera* L. 485
— *marginata* 471
— *rugosa* 471
Medetera ambigua 55
— *excelleus* Frey 55 f.
— *incrassata* Frey 55 f.
Medetera obscura 55 f.
Medicago sativa 409
Melanotus rufipes Herbst 30, 31, 32
Melanozetes mollicomus 3, 18
Meligethes aeneus F. 76
Melolontha 384, 396, 399
— *anisopliae* 144
— *hippocastani* 144
— spec. 390, 399, 410, 412
Merulius pinastri 344
Mesembryanthemum 98, 119
— *edule* 116
Mespilus 102, 121
— *germanica* 109
Metarrhizium anisopliae 143
Microcërotermes exiguus 347, 368
Microstilba bidentata Först. 264, 269
Microtrombidium fusicomum 3, 17
— sp. 3. 17
Micryphantes fuscipalpis 128
Minettia lupulina Fabr. 124
Monhystera 140
Mononchus 140
— *papillatus* 140
Mordellistena parvula Gyll. 66
Morus 122
— *alba.* 115
— *nigra* 115
— sp. 115
Musca domestica 500, 501
Muscidae 125, 251
— *acalyptratae* 251
Mycetoporus niger 27
Mycodes persicae Sulz. 153, 155
Myopa stigma Meig. 124
Myrica 98, 119
— *cerifera* 115
Myricaria germanica 112, 120
Myrmica sp. 125, 128
— *laevinodis* Nyl. 204
— *rugenodis* Nyl. 32
— *scabinodes* 127
Myrtus 120
— sp. 111
— *communis* 111
Myzodes 189
— *persicae* 187, 188, 189, 191
Myzotoxoptera tulipaella 195

N

Najadicola ignens 471, 472, 477, 479, 480
Myzus ascalovieus 187, 188, 189
— *persicae* 299
Narcissus poeticus 189
— *pseudonarcissus* 189
Nasutitermes 345
— *nigriceps* 348, 349, 350, 351, 368, 371
Nasturtium amphibium 285
Nasturtium officinale 285
— *palustre* 285
— *silvestre* 285
Naudina 120

Naudina domestica 107
Nanhermannia elegantula 17
— *nana* Nic. 3
Nematodes 21, 33, 136, 139, 140
Nemopoda cylindrica Fabr. 124
Neodiprion sertifer 169, 172, 173, 176, 177, 178, 180
Neotermes castaneus 343, 368
Nicotiana rustica 190
— *tabacum* 190
Notopygus emarginatus 242
Nothrus 10
— *silvestris* 17, 23
— sp. 17, 23
Nyctia halferata Panz. 124
Nyssa 98, 120
— *silvatica* 98, 111, 120

O

Obliquaria reflexa Raf. 473
Odontocephus elongatus Mich. 10, 18, 23
Olea 92, 101, 102
— *europaea* 117
Omalium rivulare Payk. 29, 32
Onychiurus armatus Tullbg. 5
— *perforatus* Handschin 12, 18, 23, 24
— *zschokkei* Hendschin 12, 18, 23, 24
Ophiulus fallax major B. v. V. 27, 28
Opilio sp. 128
Oppia fallax Paoli 3, 10, 18, 23
— *fallax v. obsoleta* Paoli 3, 10, 18, 23
— *willmanni* Dyrd. 3, 10, 18, 23
Oribella paoli oodus 10, 18, 23
Oribotritia loricata Rathka 3, 10, 18, 23
Oryctes nasicor. 399, 416
— *rhynoceras* 144
Oscinis frit L. 124
Ostrya virginica 119
Osyris 99, 116, 121
Ozoganthus 354

P

Pachyceras xylophagorum Ratz. 203, 204
Pachydictium globosum 478
Pachynematus inperfectus 224, 238
Paeonia 120
— *arborea* 107
— *moutana* 107
Pales maculata 124
Palloptera usta 55
Paludina contecta 483
Panicum 106, 119
— *sanguinalis* 106
Papaver sommiferum 67
Papilio podalirius L. 155
Parallelomma silbipes Fall. 124
Parasitatax tumida 477
Paratetramychus pilosus 197
Parietales 104
Parthenocissus (Ampelopsis) 113
Paulownia 117, 120
— *imperialis* 117
— *tomentosa* 117
Pavania 102, 119
— *montana* 112
Pediculoides ventricosus 166
Pelargonium grandiflorum 187
Pergamus crassipes 8, 16, 22
— sp. 8, 16, 22
Persea gratissima 353
Personatae 103, 104, 120
Petroselinum 122
— *sativum* 114
Phalonia epilinana 72
Philaenus spumarius L. 128
Phellodendron 121
— sp. 112
Philadelphus 100, 120
— *coronarius* 107
— sp. 107
— *virginalis* 107
Phillyrea 119, 120
— sp. 117
Phoma linam 297
Phorbia genitalis 124
Photinia 102, 121
— *japonica* 109
— *villosa* 109
Phrynidius 360
— *echinus* 369
— *singularis* 360, 361, 369
— *spec.* 361
Phtiracaridae 10, 18, 23
Phtiracarus globosus Koch 23
— *ligneus* Willm. 23
Phyllobius sp. 127, 128
Phyllopertha horticola L. 127
Phyllotreta nemorum 78
— *undulata* 77
— *vittata* 78
Physocarpus 121
Picea 103, 106, 118
— *alba* 106
— *canadensis* 106
— *excelsa* 223
Pinus ayacahuite 362
— *monticola* 106
— *oocarpa* 366, 367
— *pseudostrobus* 361, 367
— *rudis* 355, 357, 359, 360, 361, 363, 364, 366, 367
— sp. 106
— *tenuifolia* 166, 167 366, 367,
Piona coccinea 482
Pissodes piceae 11, 28, 40, 49, 50, 111
Phithyophthorus cincinnatus 362
— *confusus* 362, 369
— *diglyphus* 362
— *nigricans* 362, 369
Pittosporium 120
— *tobia* 108
Pityogenes chalcographus 45, 51
Placusa tachyporoides 17, 27
Plagiola donaciformis Lea 473
— *elegans* Lea 473

Plagionotus arcuatus L. 160
Planorbis corneus L. 483
Platanis 120
— sp. 108
occidentalis 108
— *orientalis* 108
Plathynothrus peltifer Koch 17, 23
Platycampus pectoralis 224
Platypus 363
— *biporus* 363
— *quadridens* 363, 369, 372
Plutella maculipennis 78
Poa annua 190
Poldesmus complanatus illyricus 29
Polietes lardaria Fabr. 124, 127
Polita glabra 32
Polyblastus 206
— *sub. gen.* 206
Polygonatum multiflorum 189
Polygonum 116, 120
— *auberti* 116
— *persicaria* 189
Polygraphus polygraphus 27
Polyporus 147
— *volvatus* 360
Polystictus abietinus 359, 360, 364
Populus 91, 93, 100, 121
— *canadensis* 115
— *deltoides* 115
— *nigra* 115, 409
— *nigra var. italica* 115
— *tremula* 115
Potentilla 121
— *fruticosa* 108
Potosia cuprea 40
Pristiphora abietina Christ. 206
Prodingychus sp. 16
Prosmorus 242
Protascus subuliformis 140
Protoribates lagenula Berl. 18
Prunus 121
— *armeniaca (=vugl.)* 110
— *atropurpurea* 91, 99
— *avium* 99, 110
— *cerasifera* 99, 110
— *cerasifera var. atropurpurea* 110
— *cerasifera var.* Pissardi 110
— *cerasus* 99, 110
— *comm (amygdalus comm.)* 110
— *davidiana* 110
— *divaricata* 91, 99, 110
— *doestica* 91, 99, 110
— *hortulana* 110
— *insititia* 110, 409
— *italica* 110
— *japonica* 110
— *laurocerasus* 99, 110
— *lusitanica* 99, 110
Prunus mahaleb 110
— *maritima* 110
— *myrobalana* 99, 110
— *padus* 110
— *persica* 99, 110
Prunus pumila 110
— *pumila* Var. Beseri 110
— *trifoliata* 110
Pseudosinella alba 12, 24
Pseudomonas destructans 297
Psocidae 14, 20, 21, 24
Psylla piri L. 197
— *pyricola* Forst. 197
Ptelea 101, 121
— *trifoliata* 112
Pterostichus metallicus 30, 31
— *oblongopunctatus* 27, 28, 29
— *unctulatus* 27, 28
Ptilinus 354
Punica granatum 111
Pyracantha 109, 121
— *coccinea (coccines)* 121
— sp. 121
Pyrausta nubilalis 500
Pyrochroa sp. 28, 27

Q

Quadrula asperrima Lea 473
— *lachrymosa* Lea 473
— *metanerva* Raf. 473
— *multiplicata Lea* 473
— *plicata* Say 473
— *pustulosa* Lea 473
— *rubiginosa* Lea 473
— *tuberculata* Bar. 473
Quedius brevis Er. (Col. Starph.) 27
— *laevigatus* Marsch. 29, 31
— *mesomelinus* 29, 31
— *ochropterus* Kiesenvetter 29
— *xanthopus* 31
Quercus 119
— *robur* 114, 409
— *rubra* 114
— sp. 114

R

Ranunculus acer 189, 193
— *repens* 190
Raphanus caudatus 285
— *raphanistrum* 285
— *sativus* 285
Rhagium 29, 43, 50, 51, 62
— *bifasciatum* F. 30, 31, 360
— *inquisitor* L. 27, 28
— *mordax* Deg. 27, 28, 29, 32
Rhamus 120
— sp. 113
Rhamphomyia nigripes Fabr. 124
Rhaphidia flavipes 205
— *notata* F. 205
Rhimphoctonia fulvipes Hgn. 447
Rhinotermitidae 334, 339, 345, 346, 368
Rhizophagus bipustulatus Fabr. 29
Rhizophora mangle L. 162
Rhizotrogus aestivus Oliv. 381, 382, 383 f.—424
— Latr. 383, 384, 385
Rhododendron 119
— sp. 116

Rhodotypus 99, 121
— *kerrioides* 108
Rhopalicus tutela Ratz 203, 204
Rhopalomyzus 188, 189
— *ascalonicus* 187, 189, 190, 195
Rhopalosiphoninus latysiphon 191, 195
Rhoptrocerus xylophagorum 51
Rhus 121
— *cotinus* 113
— sp. 113
— *typhina* 113
Rhynchotermes perarmatus 348
Rhyncoli 366
Ricinus 92, 121
— *communis* 70, 116
Ribes 120
— *aureum* 107
— *grossularia* 99, 107
— *grossularia var. uva-crispa* 107
— *rubrum* 99
— *oxyacanthoides* 107
— sp. 107
Robinia 120
— *pseudacacia* 111
— sp. 111
Rosa 93, 99, 121
— *canina* 193
— *carolina* 109
— *lucida* 109
— *rubiginosa* 109
— *rugosa* 91, 109
— *virginiana* 109
Rosmarinus 121
— sp. 98, 121
Rubus 99, 121
— *caesius* 108
— *fruticosus* 108
— *heuryi* 108
— *idaeus* 108
— *nigrobaccus* 108
— sp. 108
— sp. *(ronces)* 108
— *strigosus* 108
— *villosus* 108
Rumex cripus 190
— *obtusifolius* 190
Ruscus 119
— *hypophillum* 106
— sp. 106
Rutaceae 93, 101, 112, 121

S

Saflor-Carthamus tinctorius L. 73
Salix 91, 93, 95, 98, 100, 121
— *caprea* 115, 409
— *eleagnos* 115
— *frumilis* 115
Salix incana 115
— *lucida* 115
— *multinervis* 115
— *pentandra* 115
— *purpurea* 115
— sp. 115
Salix viminalis 95, 115
— *vitellina (var. v. alba)* 115
Sambucus 101, 121
— *nigra* 118
— sp. 118
Saperda carcharias L. 425, 426, 427, 429, 430, 431, 432, 434, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 447, 449, 450, 452, 456
— *populnea* L. 425, 427, 432, 437
Sapindaceae 113, 121
Sarcococca 121
— sp. 116
Sarothammus 102, 120
— *scoparius* 111
Sassafras 120
— *offic.* 107
Scardia tessulatella Z. 30, 31, 41, 45
Sciadopitys 99
— *verticillata* 106
Sciapteron tabaniforme Rott. 427
Scolioplanes crassipes 31
Scolytidae 339, 361, 369
Scopeuma stercorarium L. 124
Scopiorus flavicauda 206
Seides histricinus Koch 16
Sejina 16
Sepsidae 124
Sepsis sp. 124
Serphus 126
Serviformica gagates 206
Sophora 120
— *japonica* 111
— sp. 111
Sorbaria 102, 121
— *arborea* 108
— *sorbifolia* 108
Sorbus 91, 121
— *americana* 109
— *aria* 109
— *aucuparia* 109
— *domestica* 109
— sp. 109
Sphaerium simile Say 469
— *sulcatum* 482
Spartium 111, 120
— *junceum* 111
Shepherdia sp. 111
Spiraea 93, 102, 121
— *bumalda* 108
— *cantoniensis* 108
— *japonica* 108
— sp. 108
— *thunbergi* 108
— *trichocarpa* 108
Spondias mombin L. 158, 161
— *purpurea* L. 159
Staphylaea 121
— sp. 113
Stegobium panicea 354
Stellaria media 189, 190
Stenomimus ovaticollis 364
— *quichensis* 364

Stenomimus rhyncoloides 364
— *rugirostris* 364
Stranvaesia 121
— *davidiana* 109
Strophitus edentulus Lea 473
— *rugosus pavonis* 471
Styraceae 99, 116, 119
Styrax 99, 119
— *japonica 116*
Symphoricarpus 101, 121
— *racemosus* 118
— sp. 118
Syringa 93, 101, 119
— *persica* 117
— sp. 117
— *vulg. (var. chinensis)* 117, 409
Syrphiden 319

T

Tachinus pallipes 28, 29, 31, 32
Tachista annuliman Meig. 124
Tachydromia sp. 124
Tamarix 120
— *pentandra* 112
— sp. 112
tetranda 112
Tanymecus 152, 153
— *montane* 155
— *pallatus* 154
— *xerotherme* 155
Tapinoma eraticum 125
Taraxacum offincinale 189
Taxodium 99, 118
— *districhum* 106
Tecoma 120
— *pentaphylla* 353
— *radicans* 118
— sp. 118
Tectocephus velatus Mich. 18, 23
Tenthredopsis coqueberti 126
Tenuirostritermes tenuirostris 349, 368
Termes panamaensis 347, 348, 368, 371
Tersilochus 126
Tetracanthella alpina Carl 12, 18, 24
Tetranychus althaeae 200
— *urticae* Koch 200
Tetropium beckeri 358, 369
— *fuscum* 27, 30, 49, 50, 51, 52
— *guatemaleum* 357, 358
— *opacum* 358, 369
— sp. 117
Teucrium 98, 121
— sp. 117
Thanasimus formicarius 205
Thea 98, 99
— *sinensis* 112, 120
Thermobia domestica Pack. 495, 497
Thrips angusticeps 293
Thuja occidentalis 106, 118
Tilia 102, 119
— *americana* 112
— sp. 112
— *ulmifolia* 409
Tiphys ornatus 482
Tipula 152, 153
— *flavolineata* Meig. 32, 40
Tomocerus minor Lubbeck 14
— *minor* Tullbg. 5, 18
— *minutus* Tullbg. 5, 181
— sp. 24
— *vulgaris* Tullbg. 24
Tomolips asperatus 366
— *bicalcarata* 366, 367, 369
— *quercicola* 364, 366
— *pinicola* n. sp. 367, 369, 372
Torocampus eques Htg. 180
Torrenticola spongicola 478
Tortrix viridana 144
Toxylon promiferum 91
Trachelospermum 98, 119
— *jasminoides* 117
Trachytes sp. 2, 8, 16, 22
Tradescantia albiflora 189
Trichodesma 354
Tricoccae 121
Trigona tatira 349
Trilobus 140
Tripylia 140
Tritegus bifidatus Mic. 10, 18
Tropinota hirta Poda 197
Trypochthonius excavatus 3, 10, 23
— sp. 17
Tsuga 103, 118
— *canadensis* 106
Tulipa sp. 189
— *silvestris* 189
Typinoma eraticum 127
Trogoxylon prostomoides 354
Trogoxyloninae 354
Trombicula canestrini 17
Trombidirum holosericeum L. 264
Trombidium notatum 463
— sp. 17, 128
— *vittatum* 459

U

Ulmus 104, 122
— *americana* 91
— *campestris* 91
— *carpinifolia* 115
— *effusa* 115
— *laevis* 409
— *montana* 91, 115
— *procera* 91, 115
— sp. 91
Unio alatus 469, 470, 471
— *anodontoides* 470
— *arcuata* 471
— *asperreimus* 470
— *batavus* 463, 466
Unio cariosus 461, 471
— *coccineus* 469, 470
— *complanatus* 466, 467, 471, 473, 479, 480, 481, 482
— *cornutus* 470
— *cylindricus* 461

Unio gibbosus 469, 472, 473
— *gracilis* 470
— *lachrymosus* 470, 471
— *levissimus* 470
— *ligamentinus* 469, 470, 472
— *luteolus* 466, 469, 470, 471, 472
— *menziesii* Gray 467
— *nasutus* 472
— *nepeanensis* Less. 474
— *Novi eboraci* 469, 470
— *occidens* 469, 470, 472
— *phaeseolus* 470
— *pictorum* L. 459, 460, 463, 474, 485
— *plicatus* 470, 471
— *pressus* 469, 471
— *purpurata* 461, 471
— *pustulatus* 470
— *radiatus* 461, 471
— *rectus* 469, 470, 472
— *rubiginosus* 470
— *schoolcrafti* 470, 471
— *spatulatus* 469, 470
— *subrostratus* 471
— *subtentus* 461
— *tuberculatus* 470
— *tumidus* Retz. 474
— *undulatus* 469, 470, 471
— *ventricosus* 469, 470, 472
— *verrucosus* 470, 471
— *viridis* 461
Unionicola abnormipes 465, 469, 470, 474
— *aculeata* 463, 466, 469, 470, 474, 475, 476, 477, 483
— *ampullariae* 467, 483
— *bonzi* 463, 464, 465, 466, 474, 475
— *campelomaicola* 483
— *cirrosa* Koen. 474
— *crassipes* 466, 469, 472, 475
— *diversipes* 475
— *figuralis* 472
— *fossulata* 470, 482
— *humerosa* 461
— *indistincta* 470
— *intermedia* 462, 464, 469, 472, 474, 475
— *japonensis* 475
— *lactea* 461
— *lugubris* 461
— *oviformis* 461
— *pachyscelus* 467
— *parasitica* 475
— *personata* 461
— *procurvipes* 467
— *prominens* 474
— *proxima* 461
— *reticulata* 461
— *rezvoi* Sok. 475
— *scutigera* 475
Unionicola setipes Sok. 475
— *sica* Ldbl. 467
— *sinuata* 467
Unionicola stricta 470
— *symmetrica* 461
— *tricuspis* 475
— *tumida* 471
— *unicolor* 461
— *ypsilophora* 459, 460, 461, 463, 466, 467, 472 474, 475, 477, 484
Uroseius acuminatus Koch 8, 16
Urtica 122
— *dioica* 116
— *urens* 190

V

Vaccinum 119
— *myrtillus* 116
— sp. 116
Veigaia sp. 3, 8, 16, 22
Veronica grandis 189, 193
Viburnum 101, 121
— *cassinoides* 118
— *opulus* 118
— *rhytidophyllum* 118
— sp. 118
— *tinus* 118
Vinca 98, 119
— sp. 117
Viola sp. 189
Viscaria vulgaria 120, 123, 125, 128
Vitaceae 100, 113, 120
Vitex 121
— *Agnus*-Castus 117
Vitis 92, 100, 120
— sp. 113
— *vinifera* 100, 113
Viviparus japonicus 475
— *malleatus* 475

W

Wisteria 120
— *sinensis* 111
— sp. 111

X

Xanthoceras 121
— *sorbifolia* 113
— sp. 113
Xanthophyllum 99, 121
— *americanum* 113
Xanthoxylon ternata 112
Xenoschesis fulvipes 242, 243
Xenylla 30
Xorides cornutes Rtzb. 447
— spec. 358
— *wahlbergi* Hgn 447
Xyleborus scopulorum 362, 369, 372
Xylechinus pilosus 27
Xylophagus sp. 27, 28, 32
Xylophrurus dispar Thbg. 447
Xyloterus lineatus 13, 30, 39, 362
— *domesticus* 32
Xysta cana 124

Soeben erschien:

Handbuch der Pflanzenkrankheiten

Begründet von PAUL SORAUER

herausgegeben von

Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Dr. h. c. O. APPEL †, Prof. Dr. H. BLUNCK und Prof. Dr. H. RICHTER

II. Band. Die Virus- und Bakterienkrankheiten. 6. Auflage, 1. Lieferung

DIE VIRUSKRANKHEITEN

neubearbeitet von

Ob.-Reg.-Rat Dr. E. Köhler, Braunschweig, und Prof. Dr. M. Klinkowski, Aschersleben

786 Seiten mit 326 Abbildungen, Ganzleinen DM 150,—

Die 6. Auflage des II. Bandes erscheint in 2 Lieferungen.
Die 2. Lieferung behandelt die Bakterienkrankheiten und erscheint 1955.
Die Lieferungen sind einzeln käuflich. Bei Verpflichtung zur Abnahme beider Lieferungen ermäßigt sich der Preis um 10%.

Dieses Werk ist eine moderne Darstellung der pflanzlichen Viruskrankheiten, wie sie in dieser Vollständigkeit an anderer Stelle nicht existiert. Alle bisher bekannt gewordenen Synonyme der einzelnen Viren und Wirtspflanzenkreise sind aufgeführt. Nicht restlos geklärte Fälle, in denen der Charakter der Viruskrankheit zwar mit großer Wahrscheinlichkeit vermutet werden kann, der exakte Beweis aber noch fehlt, wurden mit aufgenommen.
Für alle auf diesem Fachgebiet Tätigen ist dieses Standardwerk ein unentbehrliches Rüstzeug.

Krankheiten und Schädlinge der Kulturpflanzen und ihre Bekämpfung

Für Praxis und Studium

Von

Prof. Dr. H. BRAUN
Direktor des Instituts für Pflanzenkrankheiten der Universität Bonn

und

Dr. E. RIEHM
Präsident i. R. der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft

7., neubearbeitete Auflage, 1953. 348 Seiten mit 290 Textabbildungen, broschiert DM 24,80, Ganzleinen DM 26,80

Der BRAUN-RIEHM ist, wachsend mit der Bedeutung des Pflanzenschutzes, der Zunahme an Erkenntnissen und Fortschritten in den Bekämpfungsmethoden, zu einem international geachteten Standardwerk geworden.

„Der BRAUN-RIEHM ist unbestritten das beste deutsche Buch, das einen Überblick über das Gesamtgebiet der Auswirkung von Krankheiten und Schädlingen an unseren Kulturpflanzen gibt, nicht zuletzt durch seine hervorragende Ausstattung mit Bildmaterial, das in der vorliegenden Auflage eine wesentliche Erweiterung und Verbesserung erfahren hat."
Berichte über die gesamte Biologie

VERLAG PAUL PAREY / BERLIN UND HAMBURG

88/2 e.c.

Neuerscheinung

Das natürliche Waldbild Europas

als Grundlage für einen europäischen Waldbau

Von

Dr. K. RUBNER
o. Prof. d. Forstwissenschaft

und

Dr. F. REINHOLD
Forstmeister

1953. 300 Seiten mit 96 Abbildungen, in Ganzleinen DM 42,—

Die immer dichter werdende Besiedlung mit ihrem zwangsläufig großen Verbrauch an Brenn- und Nutzholz hat insbesondere in Mitteleuropa zu starken Veränderungen des Waldbildes geführt, das heißt zu einer Einseitigkeit des Waldaufbaues, die stark von den natürlichen Verhältnissen der ursprünglichen Waldbestockung abweicht. Wegen der großen landeskulturellen Bedeutung des Waldes infolge des steigenden Wasserbedarfes, nicht zuletzt auch wegen des großen Einflusses des Waldbestandes auf die landwirtschaftliche Erzeugung, hat sich in allen europäischen Ländern die Notwendigkeit einer Verbesserung des Waldzustandes ergeben.

Bisher hat es aber noch immer an einem zusammenfassenden Überblick über die natürlichen Waldverhältnisse der einzelnen Länder gefehlt. Das vorliegende Buch möchte diesem Mangel, soweit möglich, abhelfen. Besonderer Wert wurde dabei auf eine klare Einteilung der Waldregionen und der einzelnen Waldgebiete gelegt, weshalb dem Buch auch zahlreiche Skizzen beigegeben wurden. Die im letzten Abschnitt dargelegten Grundsätze des Waldbaues für die europäischen Waldregionen versuchen, in Kürze die maßgebenden Unterschiede herauszuschälen.

Als Grundlage für die Feststellungen diente einerseits die internationale Literatur, andererseits die eigene Untersuchung der meisten europäischen Waldgebiete, ohne die kein lebendiges Waldbild zu gewinnen gewesen wäre.

Bis in den letzten forstlichen Betrieb hinein ist das Buch mit seinen Ergebnissen und Schlußfolgerungen von schwerwiegender Bedeutung.

VERLAG PAUL PAREY / BERLIN UND HAMBURG

Verlag: Paul Parey, ① Berlin SW68, Lindenstr. 44-47 (Westberlin), Herausgeber: Prof. Dr. W. Zwölfer, München 13, Amalienstr. 52. Printed in Germany. Druck: Lindemann & Lüdecke, Berlin SO 36, Oranienstr. 183 (Westberlin). Erscheinungsweise: Jährlich erscheinen etwa 6 Hefte (4 Hefte = 1 Band). Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des auszugsweisen Nachdrucks und der photomechanischen Wiedergabe, vorbehalten.